



## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA  
EN LA EMPRESA GRÚAS AMÉRICA S.A.C. SANTA ANITA, 2017.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**VEGA ACUÑA, ALBERTO MARTIN**

**ASESOR**

**MGTR. CÉSPEDES BLANCO, CARLOS ENRIQUE**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**SISTEMA DE GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA**

**LIMA – PERÚ**

**2017**

## PÁGINA DEL JURADO

---

Mgtr. Obregón La Rosa, José Antonio

---

Mgtr. Céspedes Blanco, Carlos Enrique

---

Mgtr. López Padilla, Rosario

## DEDICATORIA

A mis padres y hermanos, quienes me brindaron motivación y apoyo a lo largo de mi vida y mi formación universitaria.

A la universidad y mis compañeros por estos años que hemos compartido, en especial con los que desarrolle una gran amistad.

## AGRADECIMIENTO

A nuestra alma mater que durante estos años ha sido nuestro segundo hogar donde he compartido conocimientos y experiencias, a los catedráticos que con su preocupación e interés han logrado desarrollarnos y motivarnos en esta hermosa carrera que es la ingeniería industrial.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Alberto Martin Vega Acuña con DNI N° 43052721, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de ingeniería industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, Julio del 2017

---

**Alberto Martin Vega Acuña**

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas AMÉRICA S.A.C. Santa Anita, 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de ingeniero industrial.

El autor

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Declaración de autenticidad	iv
PRESENTACIÓN	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Realidad Problemática	3
1.2. Trabajos previos	12
1.2.1. Antecedentes internacionales	12
1.2.2. Antecedentes nacionales	16
1.3. Teorías relacionadas al tema	17
1.3.1. Mantenimiento	17
Tipos de mantenimiento	18
Tipo de mantenimiento dependiendo de la planificación	19
Mantenimiento correctivo	19
Mantenimiento preventivo	21
Mantenimiento para grúas	22
Planificación del mantenimiento preventivo	23
Fichas técnicas	23
Análisis de criticidad	24
Inspecciones periódicas programadas	24
Programación de mantenimiento preventivo	25
Indicadores de la planificación de mantenimiento	25
Indicador de cobertura	25
Indicadores de conformidad	25
1.3.2. Disponibilidad	26
Fiabilidad	28
Mantenibilidad	29

1.4.	Formulación del problema	30
1.4.1.	Problema general	30
1.4.2.	Problemas específicos	30
1.5.	Justificación del estudio	30
1.5.1.	Justificación social	30
1.5.2.	Justificación económica	30
1.5.3.	Justificación tecnológica	30
1.6.	Hipótesis	31
1.6.1.	Hipótesis general	31
1.6.2.	Hipótesis específicas	31
1.7.	Objetivos	31
1.7.1.	Objetivo general	31
1.7.2.	Objetivos específicos	31
II.	Método	33
2.1.	Diseño de investigación	33
2.2.	Operacionalización de las variables	34
2.3.	Población y muestra	36
2.3.1.	Población	36
2.3.2.	Muestra	36
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	36
2.4.1.	Técnicas	36
2.4.2.	Instrumentos de recolección de datos	37
2.4.3.	Validez y confiabilidad	37
2.5.	Métodos de análisis de datos	38
2.6.	Desarrollo de la propuesta	39
2.6.1.	Situación actual	39
2.6.2.	Propuesta de mejora	44
2.6.3.	Implementación	45
2.6.4.	Resultados	64
III.	RESULTADOS	73
IV.	DISCUSIÓN	83
V.	CONCLUSIONES	84
VI.	RECOMENDACIONES	85
VII.	REFERENCIAS	86



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Crecimiento de diversos sectores en el Perú	4
Tabla N° 2. Matriz correlacional	9
Tabla N° 3. Análisis de Pareto	10
Tabla N° 4. Alternativas de solución	12
Tabla N° 5. Matriz de operacionalización	35
Tabla N° 6. Validación de expertos	38
Tabla N° 7. Presupuesto	39
Tabla N° 8. Registro de datos antes de la mejora	42
Tabla N° 9. Datos para hallar la variable antes de la mejora	43
Tabla N° 10. Diagrama de la ejecución	44
Tabla N° 11. Ficha técnica grúa RT 700	45
Tabla N° 12. Ficha técnica grúa RT 740	46
Tabla N° 13. Ficha técnica grúa AT 80	47
Tabla N° 14. Ficha técnica grúa camión T 200	48
Tabla N° 15. Ficha técnica grúa RT 422	49
Tabla N° 16. Análisis de criticidad de las grúas	51
Tabla N° 17. Valores de criticidad	53
Tabla N° 18. Evaluación de criticidad de los subsistemas de las grúas	54
Tabla N° 19. Subsistemas críticos	55
Tabla N° 20. Revisión inicial de la grúa AT 80	56
Tabla N° 21. Revisión inicial de la grúa RT 700E	56
Tabla N° 22. Revisión inicial de la grúa RT 740	57
Tabla N° 23. Revisión inicial de la grúa RT 422	57
Tabla N° 24. Revisión inicial de la grúa T 200	58
Tabla N° 25. Programación de mantenimiento general para las grúas	59
Tabla N° 26. Lubricaciones programadas para las grúas	62
Tabla N° 27. Grúas con mantenimiento preventivo	66
Tabla N° 28. Inspecciones realizadas	66
Tabla N° 29. Lubricaciones realizadas	67

Tabla N° 30. Mantenimientos realizados	68
Tabla N° 31. Registro de datos después de la mejora	69
Tabla N° 32. Datos para hallar la variable después de la mejora	70
Tabla N° 33. Prueba de normalidad de disponibilidad con Shapiro-Wilk.	75
Tabla N° 34. Comparación de medias de disponibilidad antes y después con T student	76
Tabla N° 35. Estadísticos de prueba T student para disponibilidad	76
Tabla N° 36. Prueba de normalidad de mantenibilidad con Shapiro-Wilk	77
Tabla N° 37. Comparación de medias de mantenibilidad antes y después con T student	78
Tabla N° 38. Estadísticos de prueba T student para mantenibilidad	79
Tabla N° 39. Prueba de normalidad de fiabilidad con Shapiro-Wilk	80
Tabla N° 40. Comparación de medias antes y después con Wilconxon	81
Tabla N° 41. Estadísticos de prueba Wilconxon para fiabilidad	81
Tabla N° 42. Matriz de consistencia	97
Tabla N° 43. Datos pre test de la grúa AT 80	111
Tabla N° 44. Datos pre test de la grúa RT 700	112
Tabla N° 45. Datos pre test de la grúa RT 740	113
Tabla N° 46. Datos pre test de la grúa T 200	114
Tabla N° 47. Datos pre test de la grúa RT 422	115
Tabla N° 48. Datos post test de la grúa AT 80	116
Tabla N° 49. Datos post test de la grúa RT 700	117
Tabla N° 50. Datos post test de la grúa RT 740	118
Tabla N° 51. Datos post test de la grúa T 200	119
Tabla N° 52. Datos post test de la grúa RT 422	120
Tabla N° 53. Control de lubricación RT 422	129
Tabla N° 54. Control de lubricación AT 80	130
Tabla N° 55. Control de lubricación RT 740	131
Tabla N° 56. Control de lubricación RT 700	132
Tabla N° 57. Control de lubricación T 200	133

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Importaciones de maquinarias	4
Figura N° 2. Taller de Grúas América S.A.C	6
Figura N° 3. Diagramas de Ishikawa	8
Figura N° 4. Diagrama de Pareto	11
Figura N° 5. Tipo de mantenimiento dependiendo de la planificación	19
Figura N° 6. Condiciones de uso del filtro de aire T 200	40
Figura N° 7. Indicador de aceite de la RT 422 antes de su uso	40
Figura N° 8. Diagrama de Pareto subsistemas	53
Figura N° 9. Diagrama partes a lubricar	63
Figura N° 10. Revisión de cabina RT 740	64
Figura N° 11. Medida de la presión de la llanta T 200	64
Figura N° 12. Cambio de aceite T 200	65
Figura N° 13. Prueba de horómetro	65
Figura N° 14. Comparación de la mantenibilidad pre y post test	73
Figura N° 15. Comparación de la fiabilidad pre y post test	73
Figura N° 16. Comparación de la disponibilidad pre y post test	74
Figura N° 17. Captura de pantalla de turnitin	93
Figura N° 18. Validez de expertos I	94
Figura N° 19. Validez de expertos II	95
Figura N° 20. Validez de expertos III	96
Figura N° 21. Dimensiones de la grúa RT 700 E	106
Figura N° 22. Dimensiones de la grúa RT 740	107
Figura N° 23. Dimensiones de la grúa T 200	108
Figura N° 24. Dimensiones de la grúa AT 80	109
Figura N° 25. Dimensiones de la grúa RT 422	110

## RESUMEN

El presente trabajo desarrollo de tesis titulado Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017. La empresa formada en el 2005 cuenta con cinco grúas telescópicas con las que brinda servicio de levantamiento de cargas.

La empresa actualmente solo realiza mantenimientos correctivos, es decir, esperan que se produzcan las fallas para poder corregirlas lo que es perjudicial para las máquinas y los servicios que brindan.

El objetivo es diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa, con el fin de mejorar la disponibilidad de la maquinaria. Se utilizaron los fundamentos de Nyman, Palmer, Mora, Duffua, Rodríguez y Crane Interest Group. La muestra estuvo compuesta por el trabajo de cinco grúas telescópicas durante 60 días. Los datos fueron procesados utilizando el programa SPSS 20. La implementación comenzó con la búsqueda de información técnica y datos proporcionados por los trabajadores del área de mantenimiento. En base a esta información y con ayuda de los análisis de criticidad se logró un cronograma de mantenimiento general por horas de operación el cual se presentó a través de cartillas de mantenimiento. Se realizaron revisiones, mantenimientos y lubricaciones iniciales para cada una de las grúas. A través de la prueba estadística de Wilcoxon se probó, que el mantenimiento preventivo redujo las fallas de las maquinarias por lo que se pudo incrementar la disponibilidad en un 7.6 %.

Palabras clave: mantenimiento preventivo, grúa telescópica, lubricación, inspección

## ABSTRACT

The present thesis work titled Implementation of preventive maintenance to improve the availability of machinery in the company Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017. The company formed in 2005 and has five telescopic cranes with which it provides lifting service.

The company currently only performs corrective maintenance, that is, they expect that faults will occur in order to correct them, which is harmful to the machines and the services they provide.

The objective is to design and implement a preventive maintenance plan for the company, in order to improve the availability of the machinery. The fundamentals of Nyman, Palmer, Mora, Duffua, Rodriguez and Crane Interest Group were used. The sample consisted of the work of five telescopic cranes for 60 days. The data were processed using the SPSS 20 program. The implementation began with the search for technical information and data provided by maintenance workers. Based on this information and with the help of criticity analyzes, a general maintenance schedule was achieved for hours of operation, which was presented through maintenance charts. Initial inspections, maintenance and lubrications were performed for each of the cranes. Through the statistical test of Wilcoxon it was proved that the preventive maintenance reduced the failures of the machinery so that it was possible to increase the availability in a 7.6 %.

Key words: preventive maintenance, telescopic crane, lubrication, inspection

# **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad muchas empresas se preocupan en mejorar en todas sus áreas, para ello utilizan mejoras en sus procesos de diversas formas, pero un área que estas organizaciones, sobre todo las medianas y pequeñas dejan de lado es la de “mantenimiento”. Si bien a nivel internacional, sobre todo en las empresas más competitivas se maneja el mantenimiento predictivo y planificado. En nuestro medio al mantenimiento se le considera un gasto más, por lo que muchas veces las empresas esperan que las averías se presenten para revisar sus máquinas y equipos.

La empresa Grúas América S.A.C. no escapa de esta realidad, por lo que, si quiere mantener el ritmo actual de competencia debe mejorar el modo que realiza el mantenimiento. Resulta contraproducente que una empresa dedicada al alquiler de grúas telescópicas no tenga un plan de mantenimiento para sí misma, por lo que se generan paradas innecesarias y una disminución en la disponibilidad, que podrían manejar si se planificara correctamente.

El presente proyecto de tesis ha sido desarrollado de la presente forma: En el primer capítulo se encuentra el problema de la investigación, planteando y formulando el problema, las teorías relacionadas, la justificación, las limitaciones, los antecedentes, el objetivo general y específicos. En el segundo capítulo se menciona la metodología empleada definiendo las variable independiente y dependiente, muestreo, población, muestra, las técnicas de recolección de datos, los instrumentos para medir y los métodos que utilizaremos para demostrar las hipótesis. Así como los resultados obtenidos. En el tercer capítulo se encuentran los resultados, en el cuarto capítulo las discusiones, para luego pasar a las conclusiones y recomendaciones.

## **1.1. Realidad Problemática**

En el ámbito actual en que se manejan las organizaciones de todo el mundo, en donde se tienen que enfrentar a un nivel de competencia fuerte, es necesario, incluso para su supervivencia, que mejoren en todas las áreas y aspectos de manera fluida y constante. Las empresas que presentan más problemas normalmente son las empresas en vías de desarrollo, estas tienen dificultades para elaborar sus productos o brindar sus servicios. Normalmente descuidando sus equipos, llevando a una baja en la productividad que suelen pasar por alto.

El sector de las maquinarias comprende los equipos utilizados para la construcción, la minería y las obras públicas. Dichos equipos pueden usarse en cualquier parte del proceso. Este sector está repartido entre los países que importan la maquinaria y las que exportan. Siendo un reducido número el encargado de distribuir la maquinaria a nivel mundial.

En el Perú el mercado de las maquinarias de construcción, de obras públicas y de minería está íntimamente relacionado y es completamente dependiente, de los sectores construcción y minería; el comportamiento del mercado de maquinaria no puede separarse del estudio de los mercados que le dan motivo de ser.

Uno de los pilares de la economía peruana es el sector minero, tanto actualmente como a lo largo de la historia peruana. Aunque pudiera suponer que la maquinaria de construcción supone un mercado mucho mayor que el de la minería. Lo cierto es que detrás de muchas de las compras de maquinaria para la construcción se encuentra el sector minero.

En la tabla N° 1 se tiene el porcentaje de crecimiento de diversos factores respecto al PBI del Perú.



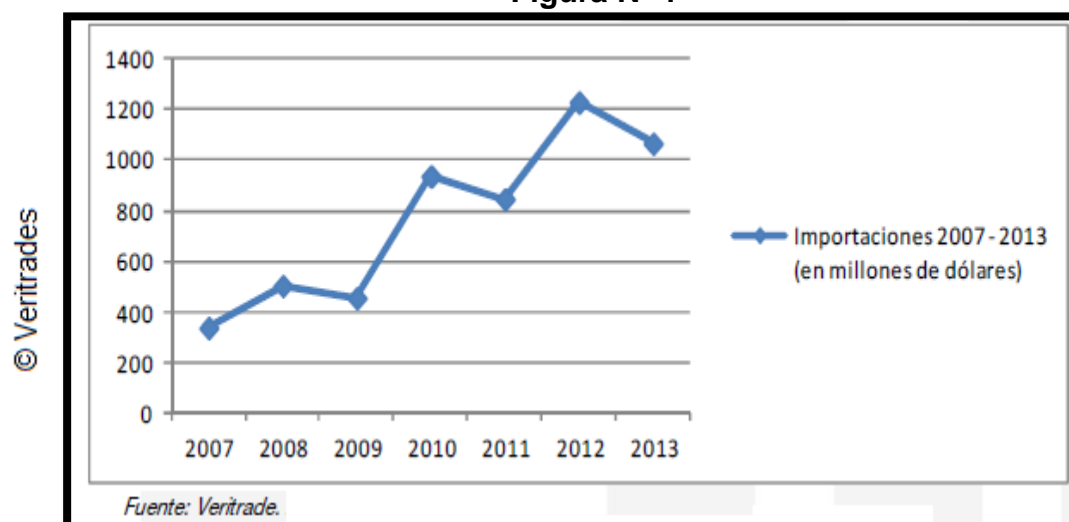
Tabla N° 1. Crecimiento de diversos sectores en el Perú

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Agricultura y ganado	8.0	1.3	4.3	4.1	5.9	1.0	1.4
Pesca	3.0	-3.4	-19.6	52.9	-32.2	18.1	-27.9
Minería	7.3	-1.4	-0.7	-1.1	2.2	4.3	-2.2
Hidrocarburos	10.3	16.1	28.4	19.7	2.3	7.2	3.9
Manufactura	8.6	-6.7	10.8	8.6	1.5	5.1	-3.3
Electricidad, gas y agua	8.1	1.1	8.1	7.6	5.8	5.5	5.0
Construcción	11.0	-0.5	12.5	8.9	7.2	8.9	1.7
Comercio	16.8	6.8	17.8	3.6	15.8	5.9	4.4
Otros servicios	8.7	3.6	8.8	7.0	7.3	6.2	4.8
PBI	9.1	1.0	8.5	6.5	6.0	5.8	2.4

Fuente. INEI

Por ello el crecimiento del sector económico de maquinaria de construcción, obras públicas y minería ha disminuido en los últimos años debido a la caída del sector minero causando la desaceleración de la economía peruana. Esta caída, debido a la baja del precio de los metales. Ha llevado a un descenso en el sector maquinarias (figura N° 1) Por tal motivo, muchas empresas encargadas de la venta o alquiler de maquinarias se han alejado de Lima, para llegar a las provincias.

Figura N° 1



Importaciones de maquinarias en el Perú

La producción nacional de maquinaria de construcción, obras públicas y minería no es significativa, ya que es muy informal y se concentra en productos con escaso aporte tecnológico.

Por esto, Perú se perfila como un país netamente importador de maquinaria de construcción, minería y obras públicas y en ese contexto. Encontrándose entre los proveedores España, Estados Unidos, Brasil, Japón, Suecia y Canadá

Perú ha hecho muchos esfuerzos para liberar su economía. Por este motivo no existen grandes obstáculos comerciales para la importación de maquinaria del tipo referenciado.

A nivel internacional, Ángel y Olaya (2014) en Pereira, Colombia identificaron que la empresa AGROANGEL S.A. no tenía las condiciones requeridas para poder elaborar un producto con la calidad que requerían sus clientes, debido a que no se planificaba el mantenimiento y lo que ocasionaba que hubieran paradas y demoras en el proceso de producción. Además, Bernal (2012) en Ecuador indicó que, en el taller automotriz del municipio de Riobamba, se determinó la falta de existencia de un programa de mantenimiento acorde con los requerimientos del taller, como consecuencia resultando en paros de los procesos, incrementando los costos de mantenimiento.

En el Perú, las organizaciones medianas y pequeñas no se preocupan por el mantenimiento de los equipos, brindándoles solo un mantenimiento correctivo cuando las averías se presentan. Existe una enorme diferencia en cuanto a las grandes organizaciones que realizan planes preventivos, predictivos o TPM.

En el ámbito nacional, Fuentes (2015) en Chiclayo encontró que la empresa Hilados Richard's S.A.C. presenta problemas por las constantes roturas, desgastes de los rodamientos y desperfectos mecánicos, ocasionando paros en las máquinas que interrumpen su disponibilidad y merman en la producción. Castillo y Cieza (2012) de Cajamarca en su investigación en una empresa minera indicó que los problemas encontrados son el exceso de horas de la ejecución del mantenimiento correctivo ocasionando una pérdida de oportunidad de poder incrementar las ventas.

Para la empresa Grúas América S.A.C. la cual inició sus operaciones en el año 2005, se encarga del manipuleo, traslado y elevación de cargas. La empresa está ubicada en la avenida Huarochirí - Mz. E8 Lt. 3. en el distrito de Santa Anita. La organización de la empresa casi no ha evolucionado desde que empezó sus labores (se creó de forma empírica). Tal como se puede apreciar en la figura N° 2, el lugar donde se guardan y se realiza el mantenimiento a las maquinarias luce descuidado. A pesar de estas falencias, la necesidad de contratación de maquinaria ha logrado que la empresa crezca y de esta manera ha ido comprando maquinaria nueva y de mayor capacidad de carga.

**Figura N° 2**



Interiores del taller y base de Grúas América.

El crecimiento desordenado ha ocasionado problemas que han ido apareciendo con el tiempo, como se pudo observar en las labores diarias de la empresa “Grúas América S.A.C”, La empresa cuenta con dos locales, el área administrativa se encuentra en Surco y el taller se encuentra en Santa Anita, esta separación crea problemas de comunicación que retrasa muchas veces las labores de mantenimiento debido a que no se puede realizar ninguna compra sin la aprobación del dueño de la empresa.

También se ha podido observar que solo existe una planificación respecto a la pintura de las grúas, que se realiza de manera constante. La limpieza de las maquinarias también se lleva a cabo cuando estas se encuentran sin trabajar.

En cuanto al tipo de mantenimiento que se aplica, solo se realiza el correctivo lo que ocasiona muchas paradas y retrasos para los trabajos, lo que puede ocasionar la desconfianza de los clientes. Además, estas se reparan superficialmente o lo que es peor se trabaja con el mínimo de los consumibles.

Para determinar cuáles son las causas de las deficiencias en el mantenimiento se realizó una reunión con el jefe de taller y colaboradores. Mediante una lluvia de ideas se nombraron las causas probables y se ordenó respecto a las 6M (maquinaria, mano de obra, medio ambiente, métodos, materia prima y medición) la que luego se clasificó y agregó en un diagrama de Ishikawa, tal como se ve en la figura N° 3.

El siguiente paso que se realizó fue colocar todas las posibles causas en una matriz correlacional (tabla N° 2) donde se puso un valor de uno (1) cuando una causa influye sobre otra y un valor de cero (0) cuando no existe influencia entre ellas. Cada valor obtenido se suma para a continuación realizar un análisis de Pareto (tabla N° 3) para determinar que causas influyen más en las deficiencias del mantenimiento. Esto se logró mediante los porcentajes y porcentajes acumulados que luego se pasaron a ordenar de forma descendente.

Figura N° 3



Diagrama de Ishikawa

Tabla Nº 2. Matriz correlacional

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	SUMA	
C1	x	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	8	
C2	0	x	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	10	
C3	0	0	x	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	
C4	0	0	0	x	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4
C5	0	1	0	0	x	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	7
C6	0	1	0	0	0	x	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	7
C7	0	0	0	1	1	1	x	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	16	
C8	0	0	0	1	0	0	0	x	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	6	
C9	0	0	0	1	0	1	0	0	x	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	6
C10	0	0	0	0	0	0	0	1	1	x	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	6	
C11	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	x	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	17	
C12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	x	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
C13	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	x	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	12	
C14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
C15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	x	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
C16	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
C17	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
C18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
C19	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	8	
C20	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
C21	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	x	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	23	
C22	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	x	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	18	
C23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	x	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	
C24	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	x	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	21	
C25	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	x	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	9	
C26	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	x	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	16	
C27	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	x	1	1	1	0	1	0	0	1	1	17	
C28	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	x	1	0	0	0	0	0	0	6		
C29	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0	0	0	0	0	4		
C30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0	0	0	0	1		
C31	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0	0	0	3		
C32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	1	0	0	1		
C33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	1	0	0	1	
C34	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	0	0	11
C35	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	x	0	8
C36	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	x	4

Tabla Nº 3. Análisis de Pareto

CAUSAS	SUMA	PORC. (%)	PORC. ACUM. (%)
No existen planes preventivos	23	8.46	8.46
Mala planificación de mantenimiento	21	7.72	16.18
No hay métodos estandarizados	18	6.62	22.79
Deficiencias presupuestarias	17	6.25	29.04
Falta de supervisión	17	6.25	35.29
Falta de conocimiento	16	5.88	41.18
Falta de información técnica	16	5.88	47.06
Espacio limitado	12	4.41	51.47
Paradas innecesarias	11	4.04	55.51
Falta de herramientas	10	3.68	59.19
Falta de espacio de almacén	9	3.31	62.50
Falta de inspecciones	8	2.94	65.44
Maquinaria antigua	8	2.94	68.38
Uso de equipo inadecuado	8	2.94	71.32
Fallas eléctricas	7	2.57	73.90
Falta de orden de las herramientas	7	2.57	76.47
Exceso de trabajo	6	2.21	78.68
Fallas operativas	6	2.21	80.88
Falta de motivación	6	2.21	83.09
Falta de repuestos	6	2.21	85.29
Falta de mantenimiento	5	1.84	87.13
Fallas mecánicas	4	1.47	88.60
Falta de calibración de equipos	4	1.47	90.07
Falta de repuestos originales	4	1.47	91.54
Sin capacidad informática	4	1.47	93.01
Elevado tiempo de mantenimiento	3	1.10	94.12
Falta de base de datos	3	1.10	95.22
Monotonía	3	1.10	96.32
Alto contenido de polvo	2	0.74	97.06
Mala disposición de aceites y aguas contaminadas	2	0.74	97.79
Altos niveles de contaminación	1	0.37	98.16
Deterioro de insumos	1	0.37	98.53
Iluminación deficiente	1	0.37	98.90
Tiempo de ejecución elevado	1	0.37	99.26
Vibraciones y ruidos	1	0.37	99.63
Falta de instrumentos de medición	1	0.37	100.00

Fuente. Elaboración propia

Figura N° 4

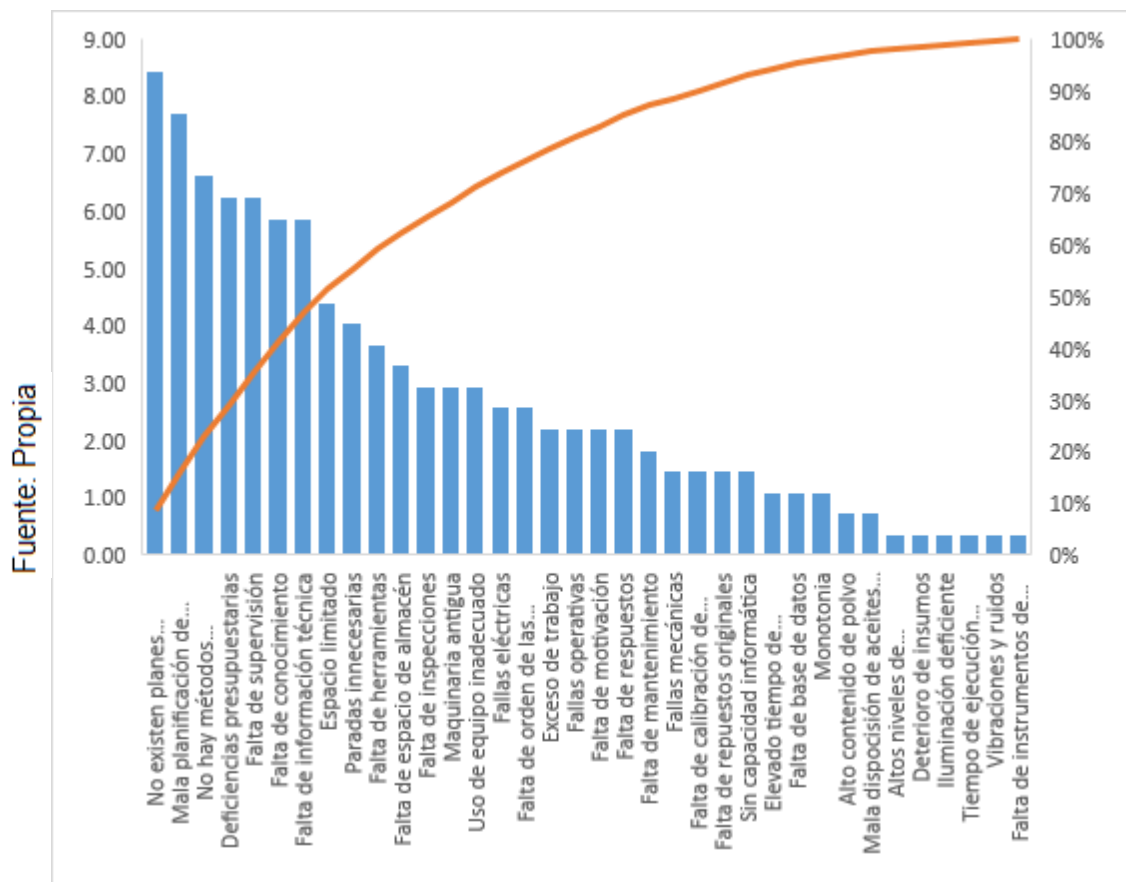


Diagrama de Pareto

De la figura N° 4 se puede determinar que el 80% de las causas de problemas en el área de mantenimiento son ocasionados por la falta de planes de mantenimiento, la falta de planificación, la falta de métodos, deficiencias presupuestarias, falta de supervisión y la falta de conocimiento e información técnica.

Al saber que la falta de planes y planificación de mantenimiento, se plantearon soluciones para estos problemas. Luego se procedió a evaluarlas en una escala Likert del 1 al 5. Donde el valor de cinco se le da al menor de cada categoría y el valor de 1 al mayor valor de cada categoría.



Tabla N° 4. Alternativas de solución

Alternativas	Costo	T. ejecución	Facilidad	Adaptabilidad	Total
Mantenimiento preventivo	5	5	4	4	18
Mantenimiento predictivo	3	3	4	3	12
TPM	3	2	3	3	11

Fuente: elaboración propia

Respecto a la realidad de la empresa la alternativa a elegir es el mantenimiento preventivo. Tal como se muestra en la tabla N° 4. Esto es debido principalmente al poco apoyo administrativo, además de que la operación de las grúas la realizan terceros por lo que no permitiría por ahora la aplicación de otras alternativas.

## 1.2. Trabajos previos

### 1.2.1. Antecedentes internacionales

Ángel y Olaya, *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroangel*. Tesis (para la obtención del título de ingeniero industrial). Pereira – Colombia: universidad Tecnológica de Pereira (2014). El objetivo de este proyecto de tesis fue el establecer la planificación del mantenimiento preventivo para la maquinaria que está dentro del proceso de producción en la empresa Agroangel.

Para el desarrollo de dicho plan se siguieron los siguientes pasos: Codificación e inventario de máquinas. Creación de documentos e indicadores. Concluyeron que, con el plan de mantenimiento preventivo, se manejaron los formatos de forma eficiente para poder llevar a cabo el mantenimiento de manera correcta. La documentación se separa por fichas, tarjetas, manuales y se almacenó en un solo lugar. Lo que permitía poder realizar cualquier actividad del plan de mantenimiento de manera rápida, además de la sistematización en Microsoft Excel. Esta tesis sirvió como referencia respecto a los indicadores tomados para el mantenimiento preventivo. En el cual utilizó disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad.

Sánchez, *Elaboración de planes de mantenimiento preventivo para los equipos de las plantas de agregados*. Tesis (para la obtención de título de ingeniero

mecánico). Venezuela: universidad Simón bolívar (2012). Tuvo como finalidad la creación de planes de mantenimiento preventivo de su maquinaria móvil y fija de todas sus instalaciones pertenecientes a la organización. Para su posterior evaluación en el sistema Enterprise.

En el desarrollo de los planes recopiló información sobre los equipos, recopiló la información en planta. Elaboró la lista de recursos materiales, se creó un sistema de códigos según normativa de la empresa y la programación de mantenimiento preventivo en el sistema. Concluyó con la elaboración del 60% del plan para los equipos móviles y 89% para los fijos. Estos planes cubrieron el total del 79% de los equipos totales. Dicha tesis sirvió de referencia para el estudio de la criticidad de las fallas, siendo esta de mucha importancia para establecer la programación del mantenimiento preventivo.

Maldonado y Sigüenza, *Propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria pesada de la empresa minera Dynasty Mining del cantón Portovelo*. Tesis (para la obtención de título de ingeniero mecánico). Quito – Ecuador: universidad politécnica salesiana (2012). Tuvo de objetivo principal el lograr que sus maquinarias pesadas tengan la disponibilidad adecuada para cuando sean requeridas, con una gran confiabilidad y disminuyendo los costos en el máximo posible. Concluyó que mantener codificado e inventariado toda la maquinaria es imprescindible para la ejecución correcta del plan de mantenimiento.

La programación del mantenimiento terminó resultando de suma importancia porque debe servir de guía, realizando las actividades indicadas, siguiendo la forma en la que se deben realizar los trabajos para todos los equipos contenidos en el programa, de esta manera se logrará una mayor operatividad y se podrá aumentar la vida útil de dichos equipos. Esta tesis sirvió porque tiene un programa de mantenimiento y funcionamiento que comparan con los beneficios.

Buelvas y Martínez, *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L & L*. Tesis (para obtener el título de ingeniero industrial). Colombia: universidad autónoma del caribe (2014). Tuvo como objetivo diseñar un programa de mantenimiento para vehículos pesados de una

empresa que brinda transporte, de esta manera mejorar el número de servicios que brinda.

En cuanto a su desarrollo, se implementó en tres fases, siendo la primera la indagación de cómo se mantiene la documentación de mantenimiento de la empresa y entrevistas con el personal. En la segunda fase se inspeccionó si existen piezas de recambios para las máquinas y si estas son las más adecuadas para ellas, seleccionó una muestra de catálogos. Finalmente, en la fase tres se aplicaron el plan de mantenimiento preventivo y se entregaron las recomendaciones y conclusiones. Luego de la aplicación concluyeron que se tuvieron mejoras de disponibilidad de un 9% en promedio en tres meses. Esta tesis sirve como referencia con el modo en que se obtuvo la información, en base a reuniones con el personal.

Guevara y Osorio, *Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para una empresa prestadora de servicio de transporte interdepartamentales*. Tesis (para obtener el título de ingeniero industrial). Colombia: universidad autónoma del caribe (2014). Tuvieron como objetivo diseñar un programa de mantenimiento para una organización que brinda apoyo logístico a nivel nacional, y así incrementar su productividad.

En cuanto a su metodología, emplearon cuatro fases, siendo la primera la revisión de fuentes de información de mantenimiento y la aplicación de una encuesta a los trabajadores, en la fase dos se analizaron las medidas tomadas por los operarios para reajustar los equipos, en la tercera fase se determinaron las falencias de los equipos mediante la revisión de sus fichas técnicas, finalmente en la fase cuatro se realizaron los análisis de los datos obtenidos. Concluyeron que con la implementación del plan se puede reducir o prolongar la vida útil. Según el manejo del encargado del programa de mantenimiento, se reflejará un aumento en la productividad. También, se bajaron los costos de mantenimiento y permitieron que la rentabilidad de la empresa aumente. En esta tesis sirvió de ayuda porque se encuentran detalladas las actividades del plan de mantenimiento, en la que destacan las órdenes de trabajo, de lubricación, de compra y los reportes de inspección.

Bernal, *Manejo y optimización de las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo en un taller automotriz*. Tesis (para obtener el título de ingeniero industrial). Ecuador: universidad superior politécnica del litoral (2012). Tuvo como objetivo reducir los tiempos en que los vehículos se encuentran en mantenimiento mediante la implementación de un software de control.

En su desarrollo planteó la implementación de un plan y un software para administrar el mantenimiento de vehículos. Orientándose a los talleres automotrices más pequeños. Concluyó que mediante un sistema de mantenimiento y de manejo de un taller vehicular pequeño, utilizando un programa informático. Tomando en cuenta el previo análisis que desarrollo como ingeniero, los datos de manuales y el conocimiento del personal. Con esto se pudo ir directo a las máquinas y sus partes más críticas para así organizar el plan de mantenimiento de acuerdo a estas necesidades. Esta tesis sirvió de guía para ver como estructurar el plan en un taller, los aspectos que se deberían tener en cuenta y que equipos tienen mayor importancia en los servicios.

Martínez, *Programa de mantenimiento preventivo para aumentar la productividad en la empresa INPLAX S.A. de C.V.* Tesis (para obtener el título de ingeniero industrial). México: instituto politécnico nacional (2009). Su objetivo fue establecer un plan de mantenimiento para su maquinaria de producción de inyectado, de esta manera iba a poder disminuir las piezas defectuosas y así aumentar la aceptación de los productos por parte de los clientes. De esta manera mejorar la satisfacción de los clientes y su productividad.

En su desarrollo realizó una jerarquización ICGM para clasificar los gastos realizados, luego hizo un registro de fallas de las máquinas para proceder a diseñar el plan según la criticidad de los equipos, los requerimientos de mantenimiento y los operarios disponibles. Concluyó que se pudieron ordenar los equipos por niveles a través del ICGM, así se pudo saber con precisión cuales eran las máquinas inyectoras que necesitaban prioridad para realizar el mantenimiento, De esta manera se pudo graficar en una curva el ciclo de mantenimiento. Esta tesis sirvió como referencia para el registro de fallas, donde minuciosamente pudo determinar los equipos que necesitan un constante chequeo.

Valderrama, *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar los índices de productividad en PAPELESA. CIA*. Tesis (para obtener el título de ingeniero industrial). Ecuador: universidad de Guayaquil (2006). Tuvo como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo para incrementar los índices de productividad en la empresa PAPELESA.

En su desarrollo comenzó diagnosticando las causas principales que originan los problemas, luego evaluó distintas soluciones, optando por el mantenimiento preventivo para proceder a desarrollar el programa. Concluyó que en Ecuador el conjunto industrial no planifica de forma adecuada que mantenimiento corresponde para sus necesidades, de tal manera que se puedan realizar inspecciones a las maquinarias que forman parte del área de producción para poder disminuir los paros ocasionados por fallas y averías constantes que afectan el normal ciclo productivo. Esta tesis sirvió para el diagnóstico inicial utilizando un diagrama de Ishikawa y Pareto.

### **1.2.2. Antecedentes nacionales**

Fuentes, *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de overall equipment efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa hilados Richard's S.A.C.* Tesis (para obtener el título de ingeniero industrial) Chiclayo – Perú: universidad católica Santo Toribio de Mogrovejo (2015). Tuvo como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo para maximizar la producción.

En su desarrollo, se dividió en etapas, la primera de diagnóstico, luego la de diseño, donde pasaría a elaborar la política de mantenimiento y las actividades, así como el manual de mantenimiento. Luego pasaría a la etapa de lanzamiento con una capacitación y auditoria. Para finalizar en la etapa de implementación donde se realizaron las acciones correctivas. Concluyó que, con la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo, la empresa lograría un ahorro de S/. 1,032,020 semestrales puesto que al atender correctamente a tiempo las averías menores, se evitaría problemas de mayor envergadura. Mediante el sistema de gestión de presupuesto, utilizando el software renovefree, se comprobó que el sistema es de gran utilidad y de simple

manipulación para el personal de mantenimiento de la empresa. Esta tesis sirvió como referencia respecto a su excelente análisis y presentación de la realidad problemática. Además, utilizaron indicadores de mantenimiento y se compararon resultados para ver la reducción de costos.

Castillo y Cieza, *Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la lubricación que permita mejorar la disponibilidad de las maquinarias en la planta Merrill Crowe de minera Coimolache*. Tesis (para obtener el título de ingeniero mecánico). Cajamarca – Perú: universidad privada del norte, Cajamarca (2013). Tuvo como objetivo mostrar que, teniendo la lubricación como centro, se puede elaborar un plan de mantenimiento preventivo que ayude a reducir las paradas de la empresa.

En su desarrollo inició realizando un análisis de criticidad para elegir los equipos que iban a ser parte del programa. En base a un software de control pudo determinar el tiempo que cada equipo se debía inspeccionar. Concluyó que se mejoró la disponibilidad de 0.83 a 0.95.

Esta tesis sirvió para tomar en cuenta la importancia que tiene la lubricación en el mantenimiento y girar el plan entorno a ella.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Mantenimiento**

Según Dixon, Duffua y Raouf (2000) “el mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa” (p. 29).

Por otro lado, Gómez (1998) señala que “el concepto de mantenimiento puede definirse de muy distintas formas, atendiendo al enfoque que se le dé en cada caso. Incluso resulta insuficiente, hoy en día, pretender una definición basada simplemente en términos económicos. Resulta obvio que el punto de partida del mantenimiento es mantener el correcto estado funcional de los equipos e

instalaciones, sin embargo, las consecuencias que el desarrollo de este principio elemental pueda tener sobrepasan ampliamente el objetivo inicial” (p. 21).

Como se puede apreciar el mantenimiento tiene como definición básica la recuperación o prolongación de la vida útil de las maquinarias, pero también el lograr este objetivo conlleva a desarrollar nuevos métodos de mejora.

Mora (2009) añade que “la misión principal del mantenimiento es garantizar que el parque industrial esté con la máxima disponibilidad cuando lo requiera el cliente o usuario. Con la máxima mantenibilidad y fiabilidad, durante el tiempo solicitado para operar. Con las velocidades requeridas, en las condiciones técnicas y tecnológicas exigidas previamente por el demandante, para producir bienes o servicios que satisfagan sus necesidades, deseos o requerimientos. Con los niveles de calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno al menor costo posible. Y con los mayores índices de productividad y competitividad posibles para optimizar su rentabilidad. Es decir, para generar mayores ingresos” (p. 39).

El mantenimiento es importante en toda empresa por que mantiene a los equipos disponibles incrementando la productividad.

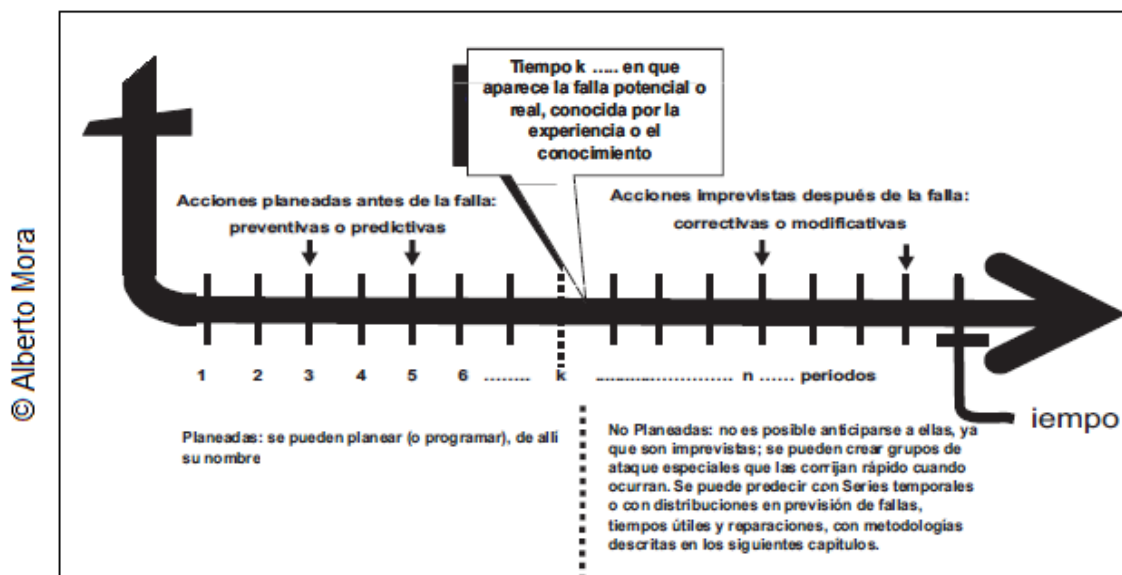
### **Tipos de mantenimiento**

Según Gómez (1998) “aunque podrían establecerse diferentes clasificaciones del mantenimiento, atendiendo a las posibles funciones que se le atribuyan a este, así como a la forma de desempeñarlas, tradicionalmente se admite una clasificación basada más en un enfoque metodológico o filosofía de planteamientos, que en una mera relación de particularidades funcionales asignadas, que dependen de diversos factores, siendo el más importante si se desarrolla antes o después de presentada una avería” (p.25).

También Cervantes et al. (2007) señalan que “existen varios tipos de mantenimiento con diferencias en cuanto a objetivos, planificación, recursos necesarios, etc. En la actualidad, en las grandes industrias, ninguno de estos tipos se utiliza exclusivamente, sino que se realiza un mantenimiento planificado que combina los diferentes tipos con el objetivo de optimizar los costes globales y la disponibilidad de los equipos” (p.10).

Como se puede apreciar el mantenimiento se puede dividir dependiendo si se toma acción antes o después de la falla, como se muestra en la figura N° 5.

**Figura N° 5**



Tipo de mantenimiento dependiendo de la planificación

### **Mantenimiento correctivo**

Según Cano et al. (1998) “el mantenimiento correctivo es el modelo de mantenimiento más común en la pequeña y mediana empresa, y aunque es el que tradicionalmente se ha venido empleando, impera desde hace algún tiempo la introducción de programas de mantenimiento preventivo cuyos resultados a largo plazo son mucho más eficaces. El mantenimiento correctivo se basa en la intervención en el caso de la avería, manifestada como el colapso de un equipo o instalación, es decir, la interrupción súbita de la producción” (p. 8).

Para Gómez (1998) “en este tipo de mantenimiento, solo se interviene en los equipos cuando el fallo ya se ha producido. Se trata, por tanto, de una actitud pasiva, frente a la evolución del estado de los equipos, a la espera de la avería o fallo. A pesar que su definición pueda parecer una actitud despreocupada de atención a los equipos, lo cierto es que este tipo de mantenimiento es el único que se practica en una gran cantidad de industrias. Esta filosofía de mantenimiento no requiere ninguna planificación sistemática, por cuanto no se trata de un planteamiento organizado de tareas. En el mejor de los casos puede



conjugarse con un entretenimiento básico de los equipos y con una cierta previsión de elementos de repuesto, especialmente aquellos que sistemáticamente deben ser sustituidos. Sin embargo, adoptar esta forma de mantenimiento supone asumir algunos inconvenientes respecto de las máquinas y equipos afectados” (pp. 25-26).

Por ello se afirma que el mantenimiento correctivo no quiere decir que sea un descuido, pero es la forma que muchas empresas se inician ya que no toman en cuenta este aspecto al crearse, debido a que no se necesita de ningún tipo de planificación. También muchas veces es un ahorro cuando en la máquina a revisar, el tiempo para armarla y desarmarla es muy elevado. Pero ello no impide que con el paso del tiempo estas empresas adopten otras formas de mantenimiento. O se deje el mantenimiento correctivo para un número limitado de máquinas.

Cano et al. (1998, p. 9) añade sobre las ventajas y desventajas

El mantenimiento correctivo tiene como ventaja:

- Se aprovecha la vida útil de fábrica de los equipos, es de decir se aprovecharán tal cual es la vida útil de fábrica.
- No es necesario tener una mayor preparación o planificación, ya que cualquier cambio se realiza al presentarse el problema.

El mantenimiento correctivo tiene como desventaja:

- Paradas que no se pueden anticipar y por lo tanto disminuyen la capacidad de producción.
- Disminución de la vida útil de equipos.
- Incertidumbre en la producción.
- La empresa necesita una gran cantidad de repuestos en almacén.
- Existe la posibilidad de que falle un componente del cual no se tenga repuesto

- Mantenimiento deficiente debido a la nula planificación y bajo conocimiento sobre los posibles problemas a presentarse.

### **Mantenimiento preventivo**

Dounce (2014) menciona que “el mantenimiento preventivo es un conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que un sistema pueda seguir funcionando adecuadamente y no llegue a la falla” (p. 36).

Por su parte García (2003) señala que “el mantenimiento preventivo es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones en sus puntos vulnerables en el momento más oportuno” (p. 17).

En estas definiciones es importante notar que el mantenimiento preventivo mantiene los equipos operativos para evitar paradas innecesarias.

Mora (2009) indica que “el mantenimiento preventivo es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos. Con el fin de detectar condiciones o estados inadecuados de esos elementos, que pueden ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento de la planta para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están aún en estado inicial de desarrollo” (p. 429).

Gómez (1998) añade que “el grave inconveniente que presenta la aplicación de este tipo de mantenimiento es el coste de las inspecciones. El desmontaje y la revisión de una máquina que está funcionando correctamente o la sustitución de elementos que no se encuentran en mal estado, se nos antoja innecesario. Por otra parte, sea cual el periodo de inspección fijado, no se elimina por completo la posibilidad de una avería imprevista, si bien cuando menor sea dicho periodo, en mayor grado se reducirá este peligro. Por lo tanto, el periodo de inspección se fija, en cualquier caso, asumiendo la posibilidad de la aparición de las averías imprevistas durante el intervalo comprendido entre dos inspecciones consecutivas. Un tipo de mantenimiento que también puede considerarse

preventivo es aquel, sin llegar al desmontaje de los equipos, se ocupa de forma periódica de realizar las tareas propias de lo que se suele llamar entretenimiento de los equipos, es decir, engrase y cambio de lubricantes, limpieza, sustitución periódica de ciertos elementos vitales del equipo, etc” (p. 27).

Por esto último es importante saber en qué momento programar las inspecciones, lubricación, engrasado, etc. De modo que no interrumpen los servicios que brinda la empresa.

Cano et al (1998, p. 10) menciona ventajas y desventajas

#### El mantenimiento preventivo tiene como ventaja

La ventaja que tiene el mantenimiento preventivo es que se pueden reducir notablemente las paradas por averías, al tener inspecciones y planificar cambios se logra un mejor conocimiento de los equipos y se detectan futuros fallos que se puedan presentar.

#### El mantenimiento preventivo tiene como desventaja

La desventaja principal radica en determinar cuál es el momento adecuado para realizar las reparaciones; Si el periodo de inspección es demasiado corto será una parada innecesaria además de incrementar los costos de producción y mantenimiento. Por otro lado, si los periodos de inspección se retrasan demasiado pueda suceder que aparezcan fallas que no se puedan detectar o que inconvenientes pasados sigan apareciendo.

### **Mantenimiento para grúas**

Según Crane interest group (2010) en el caso de las grúas móviles, la dependencia en el mantenimiento correctivo es inadecuada, mientras que para el estado actual de la tecnología de las grúas un sistema totalmente basado en el mantenimiento predictivo puede ser muy complicado de implementar. Actualmente la mejor practica es un sistema de mantenimiento preventivo, respaldado por reparaciones correctivas. Esto implica reemplazar partes, consumibles o hacer los ajustes necesarios, a intervalos programados para que los riesgos no ocurran por causa de deterioro o falla del equipo (p. 12).

## **Planificación del mantenimiento preventivo**

Para Nyman y Levitt (2010) la planificación es el proceso en el cual todos los recursos requeridos para el rendimiento de trabajos específicos son asignados, coordinados y sincronizados en el tiempo y lugar adecuados, con el acceso necesario, de tal manera que el trabajo se pueda realizar con el retraso mínimo y según la fecha acordada bajo el presupuesto acordado. La planificación establecerá cuando los trabajos serán realizados y que recursos pueden ser mejor aplicados a su desarrollo (p. 181).

Según Ortega (2006) el plan de mantenimiento preventivo es la herramienta con la cual tendremos total control sobre los elementos de la instalación. Podremos realizar históricos de consumos, averías, sustitución de piezas, etc., además de conocer a fondo los aparatos de los sistemas a base de hacer su mantenimiento y sus revisiones. Para que el plan preventivo sea eficaz y práctico tiene que estar compuesto de varias informaciones (p. 4).

Padero (2014) añade que la aplicación de la planificación del mantenimiento aumenta la productividad en un máximo del 25%, alarga el ciclo de vida de las maquinas en un 50% y reduce los costes ocasionados por el mantenimiento en un 30% (p. 80).

## **Fichas técnicas**

Según Milano (2011) “la información contenida en las fichas técnicas variará según el tipo de objeto de mantenimiento, por tanto, no hay un modelo estándar que pueda ser recomendado. No obstante, en la medida de lo posible, deben contener la información siguiente o cualquier otra que se considere relevante: descripción, código asignado, fecha de arranque, datos del fabricante, distribuidor o proveedor, características y especificaciones técnicas, manejo y cuidado, normas de uso y prevención de fallas, desagregación del objeto en sistemas, subsistemas” (pp. 67-68).

Para Palmer (2006) “las fichas técnicas consisten en la información brindada por los fabricantes para el equipamiento en uso. Estas fichas contienen información especialmente crítica que se ha obtenido de los manuales” (p. 272-273).

Se ve la importancia que tienen las fichas para conocer los estados de fábrica o tal como llegaron a la empresa tal como se muestran en las tablas del N° 10 al N° 14.

### **Análisis de criticidad**

Para García (2003) “no todos los equipos tienen la misma importancia en una planta industrial. Es un hecho que unos equipos son más importantes que otros. Como los recursos de una empresa para mantener una planta son limitados, debemos destinar la mayor parte de los recursos a los equipos más importantes, dejando una pequeña porción del reparto a los equipos que menos pueden influir en los resultados de la empresa” (p. 24).

Crespo y Parra (2012, pp. 64-65) señalan que este análisis tiene una base en el poder determinar los factores de riesgo a través de distintas expresiones.

### **Inspecciones periódicas programadas**

Gonzales (2005) señala que “una forma de establecer lo que debemos hacer en cada máquina o instalación puede consistir en llevar a cabo inspecciones regulares, de frecuencia corta y realizadas por personal experimentado que, a la vista de la situación del elemento y su funcionamiento, programen y definan que preventivo hay que realizar” (p. 103).

Gómez (1998) añade que “el éxito de las inspecciones depende de la correcta elección del periodo de inspección. Un periodo demasiado largo conlleva el peligro de la aparición de fallos entre dos inspecciones consecutivas, en tanto que un periodo demasiado corto puede encarecer considerablemente el proceso productivo. El equilibrio se encuentra como solución de compromiso entre los cortes procedentes de las inspecciones y los derivados de las averías imprevistas. Si bien los primeros pueden ser suficientemente cuantificados, la evaluación de los segundos no es tarea fácil, por lo que la determinación del punto de equilibrio aludido es difícil y suele ajustarse en función de la propia experiencia” (p. 27).

## **Programación de mantenimiento preventivo**

Según López y Orozco (2013) “la programación del mantenimiento preventivo se coordina a nivel de conjunto y debe tener un periodo determinado de repetición” (p. 63).

Sobre importancia de la lubricación Grover (1997) señala “la lubricación es la forma más efectiva para reducir la fricción y el desgaste, y los lubricantes se usan ampliamente en el trabajo de metales” (p. 104).

## **Indicadores de la planificación de mantenimiento**

Palmer (2006) señala que para que el plan mantenga una perspectiva amplia es necesario que los indicadores y las mediciones estén presentes y sean importantes. El supervisor del plan debe asegurarse que las operaciones de mantenimiento estén divididas para llevar un mejor control. Cada división debe tener sus propios indicadores para de esta forma controlar fácilmente su desempeño (p. 329).

### **Indicador de cobertura**

Palmer (2006) indica que esta muestra que tanto cubre el plan, siendo una medida estándar para la planificación. Este indicador está basado en el total de máquinas que van a contar con un plan, esta medida es el porcentaje del total de máquinas que será cubierto en la planificación (p. 330).

Este está indicado como:

$$A = \frac{MPM}{TM} \times 100 \%$$

Donde

A= Porcentaje de máquinas que cuentan con plan de mantenimiento

MPM= Máquinas que cuentan con plan de mantenimiento

TM= Total de máquinas

### **Indicadores de conformidad**

Palmer (2006) señala que el cumplimiento del plan es la medida fundamental de la proactividad. Algunas empresas prefieren el término “éxito de la planificación” para clarificar que el objetivo es medir el control sobre el plan en vez de sobre el

personal. Este debe de mostrar todas las divisiones del plan de mantenimiento, de tal manera que el supervisor puede ver fácilmente que actividades del plan se cumplieron y cuales no (p. 333).

Los indicadores deben cumplir la siguiente estructura:

$$E = (D/A) \times 100\%$$

Donde

E= Porcentaje de cumplimiento de planificación de actividades

D= Actividades realizadas

A= Actividades planificadas

### **1.3.2. Disponibilidad**

Gómez (1998) define la disponibilidad como el término con el que se pretende significar la capacidad de algo para ser utilizado cuando se necesita. Esto es, en definitiva, el motivo central del mantenimiento, por lo que, si se encuentra la forma de medir la disponibilidad, se tendrá una medida del rendimiento del mantenimiento realizado (p. 70).

Por su parte Arques (2009) señala que la disponibilidad es la probabilidad de que un equipo realice las funciones requeridas en un instante o periodo de tiempo determinado, siempre que funcione y se mantenga de acuerdo con los protocolos establecidos (p. 69).

Knezevic (1996) indica que la disponibilidad es una característica que resume cuantitativamente el perfil de funcionabilidad de un elemento. La mayoría de los usuarios afirman que necesitan la disponibilidad del equipo tanto como la seguridad, porque no se puede tolerar tener un equipo fuera de servicio. Hay varios medios para lograrlo. Uno es construir las cosas extremadamente fiables y, consecuentemente costosas. El segundo es suministrar un sistema que, cuando falle, sea fácil de recuperar. De esta forma, si todo está construido muy fiable y todo es fácil de reparar, el fabricante obtiene un sistema muy eficaz (p. 23).

Rodríguez (2008, p. 6) señala que la disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción. Se

define la probabilidad de que una máquina o sistema esté preparada para producción en un periodo de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes.

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

Donde

D = disponibilidad

T<sub>o</sub> = tiempo total de operación

T<sub>p</sub> = tiempo total de parada

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por convenios laborales, por mantenimiento planificado, o por paradas de producción, dado que estas no son debidas al fallo de la máquina.

Aunque la anterior es la definición natural de disponibilidad, se suele definir de forma más práctica a través de los tiempos medios entre fallos y de reparación, dado que son los datos que se conocerán para cada sistema.

Así se tiene que;

$$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMDR}$$

Donde

D = disponibilidad

TMEF = tiempo medio entre fallas

TMDR= tiempo medio de reparación

Según World class manufacturing (2012) la disponibilidad para un sistema que brinda servicio a un cliente de forma no continua debe estar en el rango del 95% al 99% (p. 14).



## Fiabilidad

Según Gonzales (2005) la fiabilidad se define como la probabilidad, durante un periodo de tiempo especificado, de que el equipo en cuestión pueda realizar su función o su actividad en las condiciones de utilización, o sin avería (p. 66).

Para Creus (2005) la fiabilidad es la probabilidad de que un aparato o dispositivo trabaje correctamente durante un tiempo determinado y en las condiciones de servicio que encuentre (p. 27).

Para Nachlas (1995) en el sentido coloquial, la palabra fiable se utiliza para calificar a las personas que cumplen sus compromisos. También se utiliza para describir equipos u otros objetos inanimados que funcionen satisfactoriamente. El concepto es claro, pero no particularmente preciso. Por el contrario, la palabra fiabilidad tiene una definición técnica precisa y no totalmente equivalente. Fiabilidad es la probabilidad de que un dispositivo realice adecuadamente su función prevista al largo del tiempo, cuando opera en el entorno para el que ha sido diseñado (pp.17-18).

Rodríguez (2008, p. 6) señala que la fiabilidad es la probabilidad de que un determinado equipo o sistema desarrolle su función, bajo unas condiciones específicas, y durante un tiempo determinado. Por tanto, la media de tiempo entre fallos (TMEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina

$$TMEF = \frac{HROP}{\Sigma NTFALLAS}$$

Donde:

TMEF: tiempo promedio entre fallas

HROP: horas de operación

NTFALLAS: número de fallas detectadas

## **Mantenibilidad**

Para Gonzales (2005) la mantenibilidad es la probabilidad de que el equipo, después del fallo o avería sea puesto en estado de funcionamiento en un tiempo dado (p. 66).

Según Creus (2005) la mantenibilidad de un sistema es la probabilidad de que un aparato en un fallo sea restaurado completamente a su nivel operacional dentro de un periodo de tiempo dado, cuando la acción de reparación se efectúa de acuerdo con procedimientos preestablecidos (p. 37).

Para Knezevic (1996) la mantenibilidad es la característica inherente de un elemento, asociada a su capacidad de ser recuperado para el servicio cuando se realiza la tarea de mantenimiento necesaria según se especifica. Para poder usarla en la práctica, la definición debe ser expresada numéricamente. De esta forma, las características cualitativas deben ser traducidas en medidas cuantitativas (p. 47).

Rodríguez (2008, p. 7) menciona que es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinados, Por tanto, la media de tiempos de reparación (TPMR) caracteriza la mantenibilidad del equipo.

$$TPMR = \frac{TTF}{\Sigma NTFALLAS}$$

Donde

TPMR: tiempos de reparación

TTF: tiempo total de fallas

NTFALLAS: número total de fallas detectadas

## **1.4. Formulación del problema**

### **1.4.1. Problema general**

¿Como la implementación del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017?

### **1.4.2. Problemas específicos**

¿Como la implementación del mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017?

¿Como la implementación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017?

## **1.5. Justificación del estudio**

### **1.5.1. Justificación social**

El proyecto se justifica socialmente porque se beneficiará a los colaboradores de la empresa, los proveedores de repuestos e insumos y a los clientes. Además de servir de guía para cualquier empresa que brinde servicio de maquinarias.

### **1.5.2. Justificación económica**

El proyecto se justifica económicamente porque permitirá incrementar la rentabilidad de la empresa, porque al implementar el plan de mantenimiento preventivo se reducirán drásticamente las paradas por mantenimiento correctivo y evitaremos el deterioro de los componentes de las maquinarias. De esta manera se reducirán los costos de mantenimiento.

### **1.5.3. Justificación tecnológica**

El proyecto se justifica tecnológicamente porque la empresa al implementar el plan de mantenimiento preventivo, podrá brindar los servicios de izaje sin paradas no planificadas por mantenimiento. Cuenta con los recursos humanos calificados para dar sostenibilidad al mantenimiento preventivo a lo largo del tiempo. Además, cuenta con un espacio y herramientas necesarias para poder hacer las revisiones.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

- La implementación del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

- La implementación del mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.
- La implementación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general**

- Determinar como la implementación del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

- Establecer como la implementación del mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.
- Establecer como la implementación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

## **CAPÍTULO II:**

### **MÉTODO**

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de investigación**

#### **Diseño aplicado**

El diseño de la investigación es de tipo aplicada, tal como señala Vaughn (1988) “en la investigación aplicada, tiene como su objetivo principal la aplicación de los descubrimientos, sea un nuevo producto, sea la mejora de uno antiguo. Con muy pocas excepciones, los conocimientos básicos adquiridos hoy serán el sujeto de la investigación aplicada de mañana” (p. 22).

#### **Nivel Explicativo**

Según Peñarrieta (2005) “este nivel está dirigido a responder a las causas de los eventos físicos o sociales. Se centra a responder a las causas de los eventos físicos o sociales. Se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones este se da” (p. 68).

#### **Diseño cuasi experimental**

Como señala Quintero, Munevar y Muñoz (2002) “sigue la lógica y los procedimientos de un experimento, pero establece algunas diferencias con este. Estudia relaciones causa-efecto de todos los factores que puedan afectar el experimento, pero no en condiciones de control y precisión rigurosos. Es decir, el investigador diseña un experimento, pero la diferencia consiste en que no se pueden controlar ni manipular con rigor todas las variables. Quedan por controlar muchos factores importantes” (p. 121).

#### **Enfoque cuantitativo**

Tal como indican Baptista, Fernández y Hernández (2005) “el enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos eludir pasos, el orden es riguroso. Parte de una idea, que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se establecen hipótesis y determinan variables; se desarrolla un plan para probarlas; se miden variables en un determinado contexto; se analizan

las mediciones obtenidas, y se establece una serie de conclusiones respecto a las hipótesis” (p. 4).

### **Alcance longitudinal**

Como señala Ortiz (2004) “es un tipo de investigación que se realiza cuando se requiere analizar cambios a través del tiempo en determinadas variables o en las relaciones entre estas. Este tipo de estudios se recolectan datos a través del tiempo en puntos y periodos especificados, para hacer inferencias con respecto al cambio, a sus determinantes y a sus consecuencias” (p. 47).

### **2.2. Operacionalización de las variables**

Se presenta en la tabla N° 5

Tabla N° 5. Matriz de operacionalización

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	Mantenimiento preventivo	Es el conjunto de operaciones por el cual una máquina o un sistema alcanzan un estado en el que puedan realizar las funciones para las que fueron designadas	Consiste en conocer el porcentaje de máquinas al que se le ha realizado un plan de mantenimiento preventivo	Plan de mantenimiento preventivo	<b><math>\frac{MPM}{TM} \times 100\%</math></b> MPM: máquinas con plan de mantenimiento preventivo TM: total de máquinas (Palmer, 2006, p. 330).
			Consiste en el número de lubricaciones que se llevaron a cabo sobre el número de lubricaciones planificadas		<b><math>\frac{LR}{LP} \times 100\%</math></b> LR: lubricaciones realizadas LP: lubricaciones planificadas (Palmer, 2006, p. 333).
			Consiste en el número de inspecciones que se llevaron a cabo sobre el número de lubricaciones planificadas		<b><math>\frac{IR}{IP} \times 100\%</math></b> IR: inspecciones realizadas IP: inspecciones planificadas (Palmer, 2006, p. 333).
			Consiste en el número de mantenimientos que se llevaron a cabo sobre el número de mantenimientos planificados		<b><math>\frac{MR}{MP} \times 100\%</math></b> MR: mantenimientos realizados MP: mantenimientos planificados (Palmer, 2006, p. 333).
VARIABLE DEPENDIENTE	Disponibilidad	Es la relación de lo que una máquina a estado produciendo y lo que podría producir	Consiste en el número de fallas que se presentan por hora de operación	Fiabilidad	$TMEF = \frac{HROP}{ENTFALLAS}$ TMEF: tiempo promedio entre fallas HROP: horas de operación NTFALLAS: número de fallas detectadas Rodríguez (2008, p. 6)
			Consiste en el tiempo que toma corregir una falla	Mantenibilidad	$TPMR = \frac{TTF}{ENTFALLAS}$ TPMR: tiempos de reparación TTF: tiempo total de fallas NTFALLAS: número total de fallas detectadas Rodríguez (2008, p. 7)



## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

Según Namakforoosh (2005) “es importante definir la población en estudio; es decir, quien se va a estudiar. Si la población en estudio es pequeña deben estudiarse todos sus miembros; pero si es grande, es conveniente escoger una muestra representativa” (p. 77).

En base a lo dicho podemos entonces decir la población que conforma la presente investigación es el trabajo de las grúas durante 60 días.

### **2.3.2. Muestra**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2005) “la muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Es un Subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (p. 175).

La muestra a utilizar es el 100% de la población designada.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas**

Según Urbano y Yuni (2006) “en las ciencias empíricas la dimensión de las técnicas de recolección de información es clave en el proceso metodológico. Esta dimensión del proceso metodológico intenta resolver una serie de cuestiones vinculadas a los procedimientos de obtención de información, así como a su valoración como fuentes apropiadas para convertirse en datos científicos” (p. 28).

En la presente investigación el método utilizado ha sido la observación

Para Villareal (2000) “la observación percibe la realidad exterior orientada hacia la recolección de datos, previamente definidos como de interés para la investigación; es sistemática y dispone de controles que evitan la subjetividad y la confusión” (p. 17).

#### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Según Urbano y Yuni (2006) “Los instrumentos de recolección de datos son dispositivos que permiten al investigador observar y/o medir los fenómenos empíricos, son artefactos diseñados para obtener información de la realidad” (p. 133).

Entre las utilizadas tenemos

Análisis de criticidad: Registro donde nos indicará las máquinas que necesitan prioridad en el mantenimiento preventivo

Orden de izaje: Registro donde se contabiliza el número de lubricaciones planificadas y realizadas

Lista de chequeo: Registro donde se encontrarán los mantenimientos planificados y realizados.

Registro de datos: Registro donde van las horas de operación de las grúas, las fallas y el tiempo de reparación por día de cada grúa.

Horómetro: Para registrar las horas en las que se debe realizar el mantenimiento

#### **2.4.3. Validez y confiabilidad**

Según Baptista, Fernández y Hernández (2005) “la validez de contenido se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. Es el grado en el que la medición representa al concepto o variable medida” (p. 201).

Por ello es necesario realizar una validación de los instrumentos a utilizar de modo que sea aplicable y pueda recolectarse la información y realizar las pruebas correspondientes.

Juicio de expertos

Los instrumentos fueron evaluados a través de distinguidos magísteres o doctores expertos en su campo cuya opinión y sugerencias han sido de mucha utilidad. Mediante la evaluación de estos tres expertos se pudo determinar si los instrumentos tienen una validez pertinente, así como relevancia académica y la claridad necesaria para llevar a cabo el desarrollo de la tesis. Se puede apreciar en la tabla N° 5 de Validación de expertos.

Tabla N° 6. Validación de expertos.

Nombre de experto	Nivel de validez	Opinión
Mg. Antonio Obregón La Rosa	Aplicable	Hay suficiencia
Dr. Fernando Suca Apaza	Aplicable	Hay suficiencia
Mg. Daniel Silva Siu	Aplicable	Hay suficiencia

Fuente: elaboración propia

Del análisis de la Tabla N° 6, se infiere que la ponderación general del instrumento en base a la opinión oportuna de los expertos consultados, lo califican como aplicable. Por lo que se considera aplicable al grupo muestral, ya que todos encontraron suficiencia.

## 2.5. Métodos de análisis de datos

En el análisis de los datos se utilizará SPSS versión 20 y Microsoft Excel 2013.

Análisis descriptivo. Muestra cómo se comportan las variables en una determinada población y podemos determinar los valores de uso en la estadística descriptiva como lo son la moda, la varianza, la media y la mediana.

Análisis inferencial. Se realizan los análisis relacionados con la hipótesis

Prueba de Shapiro – Wilk. Según Barreiro et al (2006) esta es la prueba más recomendable para testar la normalidad de una muestra, sobre todo si se trabaja con un número pequeños de datos ( $n < 30$ ). Se basa en medir el ajuste de los datos a una recta probabilística normal. Si el ajuste fuera perfecto los puntos formarían una recta de 45° (p. 56).

Prueba de T student para dos muestras relacionadas. Según Tomas- Sábado (2009) “esta prueba se efectúa para contrastar la hipótesis nula de no-existencia de diferencias significativas entre las medias de dos variables (x e Y) con distribución norma, medidas en los mismos sujetos. Si el p-valor asociado al estadístico de contraste es mayor que  $\alpha$  se aceptará la hipótesis nula” (p. 90).

Prueba de Wilcoxon. Según Cáceres (2005) “cuando las variables no son normales la técnica que permitirá efectuar el test con independencia de que los tamaños muestrales sean pequeños o grandes, el método actual se utiliza como una alternativa a los test de Student para comparar dos medias” (p. 240).

## Aspectos éticos

Al elaborar el presente trabajo de proyecto de tesis, se ha cumplido con la ética

profesional, con los principios morales individuales y de la institución universitaria a la que represento. El respeto de normas y leyes que entren al caso y teniendo el cuidado de no divulgar información privada.

En cuanto a los instrumentos y la recolección de información esta se llevará a cabo con prudencia, respetando la confidencialidad y el acuerdo establecido con la empresa.

### **Aspectos administrativos**

#### **Presupuesto**

Tabla N° 7 Presupuesto

<b>Presupuesto</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costos</b>	
		<b>Precio Unitario</b>	<b>Total S/.</b>
Pack de herramientas	2 juegos	200	400
Juego de soldadura	1 juego	90	90
Manual virtual RT	1 unidad	35	35
Infraestructura	1 unidad	185	185
Horómetros	4 unidades	50	200
Total de inversión			S/. 910

Fuente: elaboración propia

## **2.6. Desarrollo de la propuesta**

### **2.6.1. Situación actual**

La situación actual de la empresa, consiste en realizar mantenimientos al presentarse las fallas. Sin ningún tipo de planeamiento ni preparación. Esto conlleva a realizar trabajos en las condiciones mínimas, además que muchas veces se tenga que hacer reparaciones antes de enviar una grúa, o una parada forzosa durante el izaje. Tal como se muestra en la figura N° 6. El filtro de aire de la grúa T 200 se encuentra en pésimas condiciones antes de enviarla al trabajo. Cuando se presenta una falla por el filtro, el personal muchas veces tiene que improvisar soplando para que continúe trabajando la máquina.

**Figura N° 6**



Condiciones de uso del filtro de aire T 200

Otro problema que se presenta es la falta de prevision en cuanto a los insumos propios de la maquinaria, como son el petroleo para el motor, el aceite hidráulico y la carga de la bateria. La mayoría de veces el retraso se debe a que alguna de las 3, por lo que se debe realizar a última hora. Tal como se ve en la figura N° 7 la grúa RT 422 trabajó con el indicador de aceite en el mínimo.

**Figura N° 7**



Indicador de aceite de la RT 422 antes de su uso

En cuanto a los registros que se tienen. La empresa actualmente tiene ordenes de izaje que encarga a los operadores de grúa. Tal como se puede ver en los

anexos figura N° 22 y N° 23. En esta figuran las horas de trabajo de las máquinas, además de algunas características del mismo. En cuanto a los chequeos que se realizan actualmente, existe una lista de chequeo tal como figura en el anexo figura N° 28. En este figuran algunas generalidades que empresas exigen para trabajar ahí, sobre todo accesorios necesarios para seguridad. Además de servir para anotar ocurrencias en la máquina.

Cada registro por grúa individual que fue entregado por la empresa se encuentra en los anexos en las tablas del N° 28 al N° 29.

En la tabla N° 8 se tienen los datos juntos de todas las grúas además del total de ellas. Cada fila es un día que va desde el 08 de febrero al 09 de marzo. Además, cada 3 columnas se han puesto los datos de distintos colores para cada grúa.

Color amarillo: Grúa AT 80

Color azul: Grúa RT 700

Color verde: Grúa RT 740

Color plomo: Grúa T 200

Color naranja: Grúa RT 422

Color blanco: Suma total

Cada uno está compuesto de 3 columnas las cuales son:

Horas: Horas de operación de cada grúa por su fecha correspondiente.

Fallas: Número de fallas que se presentaron durante las horas de operación.

TTF: Tiempo de duración de fallas hasta que pudieron ser corregidas en minutos

Tabla Nº 8. Registro de datos antes de la mejora

Fecha	AT 80			RT 700E			RT 740			T 200			RT 422			TOTAL		
	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF (min)
08-02	8	1	100	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	1	100
09-02	5	0	0	6	1	90	14	3	240	0	0	0	8	1	110	33	5	440
10-02	6	1	115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	115
11-02	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	150	0	0	0	14	2	150
12-02	10	0	0	0	0	0	8	1	90	0	0	0	12	0	0	30	1	90
13-02	8	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1	80	20	1	80
14-02	4	1	40	12	0	0	8	1	80	0	0	0	12	1	80	36	3	200
15-02	0	0	0	12	1	60	0	0	0	6	1	90	12	0	0	30	2	150
16-02	0	0	0	12	0	0	8	1	100	0	0	0	12	0	0	32	1	100
17-02	8	0	0	12	1	85	9	2	110	0	0	0	0	0	0	29	3	195
18-02	4	0	0	12	2	125	0	0	0	5	1	100	0	0	0	21	3	225
19-02	16	2	150	12	0	0	6	1	80	0	0	0	0	0	0	34	3	230
20-02	14	0	0	12	1	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	1	70
21-02	8	1	90	12	0	0	4	1	70	9	1	80	7	1	100	40	4	340
22-02	7	1	70	12	2	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	3	220
23-02	7	0	0	12	1	40	8	1	90	0	0	0	6	1	90	33	3	220
24-02	5	0	0	12	0	0	0	0	0	7	2	160	0	0	0	24	2	160
25-02	8	0	0	12	0	0	9	1	100	0	0	0	0	0	0	29	1	100
26-02	9	1	125	12	2	100	0	0	0	0	0	0	8	1	100	29	4	325
27-02	10	0	0	12	0	0	7	1	80	8	1	120	0	0	0	37	2	200
28-02	8	1	100	12	0	0	11	2	150	0	0	0	0	0	0	31	3	250
01-03	0	0	0	12	0	0	8	1	70	0	0	0	7	1	80	27	2	150
02-03	0	0	0	12	1	90	0	0	0	9	0	0	6	0	0	27	1	90
03-03	12	1	80	12	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	32	1	80
04-03	0	0	0	12	0	0	7	1	80	0	0	0	9	2	150	28	3	230
05-03	13	1	105	12	1	100	9	2	95	10	2	150	0	0	0	44	6	450
06-03	6	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	180	28	2	180
07-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	100	0	0	0	8	1	100
08-03	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	70	8	2	150	24	3	220
09-03	10	1	95	0	0	0	13	1	50	0	0	0	8	1	70	31	3	215

Tabla N° 9. Datos para hallar la variable antes de la mejora

Fecha	FALLAS	TTF (horas)	MANTENIBILIDAD	HORAS OP.	FIABILIDAD	DISPONIBILIDAD
08-02	1	1.67	1.67	16	16.00	0.91
09-02	5	7.33	1.47	33	6.60	0.82
10-02	1	1.92	1.92	6	6.00	0.76
11-02	2	2.50	1.25	14	7.00	0.85
12-02	1	1.50	1.50	30	30.00	0.95
13-02	1	1.33	1.33	20	20.00	0.94
14-02	3	3.33	1.11	36	12.00	0.92
15-02	2	2.50	1.25	30	15.00	0.92
16-02	1	1.67	1.67	32	32.00	0.95
17-02	3	3.25	1.08	29	9.67	0.90
18-02	3	3.75	1.25	21	7.00	0.85
19-02	3	3.83	1.28	34	11.33	0.90
20-02	1	1.17	1.17	26	26.00	0.96
21-02	4	5.67	1.42	40	10.00	0.88
22-02	3	3.67	1.22	19	6.33	0.84
23-02	3	3.67	1.22	33	11.00	0.90
24-02	2	2.67	1.33	24	12.00	0.90
25-02	1	1.67	1.67	29	29.00	0.95
26-02	4	5.42	1.35	29	7.25	0.84
27-02	2	3.33	1.67	37	18.50	0.92
28-02	3	4.17	1.39	31	10.33	0.88
01-03	2	2.50	1.25	27	13.50	0.92
02-03	1	1.50	1.50	27	27.00	0.95
03-03	1	1.33	1.33	32	32.00	0.96
04-03	3	3.83	1.28	28	9.33	0.88
05-03	6	7.50	1.25	44	7.33	0.85
06-03	2	3.00	1.50	28	14.00	0.90
07-03	1	1.67	1.67	8	8.00	0.83
08-03	3	3.67	1.22	24	8.00	0.87
09-03	3	3.58	1.19	31	10.33	0.90
			1.41		14.90	0.89

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 9 se presentan los datos respecto a las fórmulas de los indicadores. Siendo TTF (tiempo total de fallas convertido en horas), Horas OP (horas de operación). Todo para el total de las grúas durante 30 días. Teniendo respecto al sistema una fiabilidad de 14.89 horas/falla, una mantenibilidad de 1.41 horas/falla y una disponibilidad del 89%. Lo que según la teoría estamos por debajo del rango del 97% - 99%.



### 2.6.2. Propuesta de mejora

Tabla N° 10. Diagrama de la ejecución de la investigación

N°	Actividades	Tiempo (Fecha)										
		Marzo									Abril	
		3	6	8	9	10	11	14	20	27	3	10
1	Recolección de datos de las grúas	x										
2	Análisis de criticidad de las grúas		x									
3	Análisis de criticidad de subsistemas				x							
4	Cruce de información con manuales					x						
5	Elaboración del cronograma de mantenimiento y lubricación						x					
6	Determinación y reparación de fallas en la grúa AT 80							x				
7	Determinación y reparación de fallas en la grúa RT 700								x			
8	Determinación y reparación de fallas en la grúa RT 740									x		
9	Determinación y reparación de fallas en la grúa RT 422										x	
10	Determinación y reparación de fallas en la grúa T 200											x

Fuente: elaboración propia

### 2.6.3. Implementación

Tabla N° 11. Ficha técnica grúa RT 700

<b>GRUAS AMÉRICA S.A.C.</b>	
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO</b>	

DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO		
NOMBRE	Grúa telescópica	
CÓDIGO	RT700	
MARCA	Grove	
MODELO	RT 700E	
CAP.MAX TRABAJO	60 Tn	
AÑO DE ADQUISICIÓN	2009	
AÑO DE FABRICACIÓN	2000	
ESPECIFICACIÓN DEL EQUIPO		
SISTEMA eléctrico	2 baterías de 12 voltios	
Max. Extensión de pluma	33.5 m	
CAPACIDAD del tanque	273 L	
Sistema de giro	360 °	
VELOCIDAD máxima	37 km/h	
CONDICIONES GENERALES		
ACTIVIDAD	Izaje de cargas	
AÑO DE SERVICIO	8 años	
CRITICIDAD	Altamente crítica	
SITUACIÓN ACTUAL	Operativa	
OBSERVACIONES		

*Fuente: elaboración propia*

Tabla N° 12. Ficha técnica grúa RT 740

<b>GRUAS AMÉRICA S.A.C.</b>	
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO</b>	

DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO		
NOMBRE	Grúa telescópica	
CÓDIGO	RT740	
MARCA	Grove	
MODELO	RT 740	
CAP.MAX TRABAJO	40 Tn	
AÑO DE ADQUISICIÓN	2003	
AÑO DE FABRICACIÓN	1990	
		
ESPECIFICACIÓN DEL EQUIPO		
SISTEMA eléctrico	2 baterías de 12 voltios	
Max. Extensión de pluma	34.1 m	
CAPACIDAD del tanque	227.1 L	
Sistema de giro	360 °	
VELOCIDAD máxima	33.6 km/h	
CONDICIONES GENERALES		
ACTIVIDAD	Izaje	
AÑO DE SERVICIO	14 años	
CRITICIDAD	crítica	
SITUACIÓN ACTUAL	operativa	
OBSERVACIONES		

*Fuente: elaboración propia*

Tabla N° 13. Ficha técnica grúa AT 80

<b>GRUAS AMÉRICA S.A.C.</b>	
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO</b>	

DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO		
NOMBRE	Grúa telescópica	
CÓDIGO	AT80	
MARCA	Demag	
MODELO	AT80	
CAP.MAX TRABAJO	80 Tn	
AÑO DE ADQUISICIÓN	2014	
AÑO DE FABRICACIÓN	2006	
		
ESPECIFICACIÓN DEL EQUIPO		
SISTEMA eléctrico	2 baterías de 12 voltios	
Max. Extensión de pluma	67.57 m	
CAPACIDAD del tanque	401.25 L	
Sistema de giro	Varía con el ángulo	
VELOCIDAD máxima	80 km/h	
CONDICIONES GENERALES		
ACTIVIDAD	izaje	
AÑO DE SERVICIO	3 años	
CRITICIDAD	Altamente crítica	
SITUACIÓN ACTUAL	operativa	
OBSERVACIONES		

*Fuente: elaboración propia*

Tabla N° 14. Ficha técnica grúa camión T 200

<b>GRUAS AMÉRICA S.A.C.</b>	
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO</b>	

DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO		
NOMBRE	Grúa camión	
CÓDIGO	T200	
MARCA	P & H	
MODELO	T 200	
CAP.MAX TRABAJO	20 Tn	
AÑO DE ADQUISICIÓN	2004	
AÑO DE FABRICACIÓN	1981	
ESPECIFICACIÓN DEL EQUIPO		
SISTEMA eléctrico	1 batería de 12 voltios	
Max. Extensión de pluma	32 m	
CAPACIDAD del tanque	587 L	
Sistema de giro	Varía con el ángulo	
VELOCIDAD máxima	80 km/h	
CONDICIONES GENERALES		
ACTIVIDAD	izaje	
AÑO DE SERVICIO	13 años	
CRITICIDAD	media	
SITUACIÓN ACTUAL	operativa	
OBSERVACIONES		

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 15. Ficha técnica grúa RT 422

<b>GRUAS AMÉRICA S.A.C.</b>	
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO</b>	

DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO		
NOMBRE	Grúa telescópica	
CÓDIGO	RT422	
MARCA	Grove	
MODELO	RT 422	
CAP.MAX TRABAJO	20 Tn	
AÑO DE ADQUISICIÓN	2005	
AÑO DE FABRICACIÓN	1987	
ESPECIFICACIÓN DEL EQUIPO		
SISTEMA eléctrico	1 batería de 12 voltios	
Max. Extensión de pluma	36.9 m	
CAPACIDAD del tanque	151 L	
Sistema de giro	360 º	
VELOCIDAD máxima	41.7 km/h	
CONDICIONES GENERALES		
ACTIVIDAD	izaje	
AÑO DE SERVICIO	12 años	
CRITICIDAD	media	
SITUACIÓN ACTUAL	operativa	
OBSERVACIONES	Indicador de momento de carga inoperativo	

Fuente: elaboración propia

Para determinar cuáles equipos necesitan más cuidado en la implementación del plan de mantenimiento es necesario evaluar la criticidad de cada uno de ellos con respecto a la producción, calidad, mantenimiento y seguridad. Los criterios se basan en el análisis de García (2003, p. 24).

Tasa de utilización del equipo:

4: > 80%, 2: entre 50 y 80%, 1 <50%

Equipo auxiliar:

5: sin probabilidad de reemplazo, 4: equipos de la misma clase en el área  
1: equipos con duplicado

Influencia sobre el proceso

5: paro de proceso, 4: influencia importante, 3: influencia relativa

Influencia en la calidad del servicio

5: decisiva, 4: Importante, 3: Sensible, 2: Nula

Costo de mantenimiento

4: elevado, 2: medio, 1: reducido

Horas de paro

4: elevado, 2: medio, 1: bajo

Grado de especialista

4: especialista, 2: normal, 1: sin especialidad

Seguridad

5: riesgo mortal, 4: riesgo para instalación, 3: influencia relativa, 1: sin influencia

Con la suma de puntuaciones se establecen 3 grupos:

Entre 25 y 35: criticidad alta

Entre 16 y 24 criticidad media

Menor a 15: equipos secundarios

Tabla N° 16. Análisis de criticidad de las grúas de la empresa Grúas América S.A.C.

GRUA	MARCA	PRODUCCIÓN			CALIDAD	MANTENIMIENTO			SEGURIDAD	VALOR DE CRITICIDAD
		Tasa de utilización del equipo	Equipo auxiliar	Influencia sobre el proceso	Influencia en la calidad del servicio	Costo mensual de mantto	Horas de paro al mes	Grado de especialista	Influencia en la seguridad	
RT 740	GROVE	4	4	4	5	2	2	2	4	27
RT 700E	GROVE	4	5	5	5	4	4	2	2	31
RT 422	GROVE	2	1	2	4	2	2	2	4	19
T 200	P&H	2	1	2	4	1	1	4	2	17
AT 80	DEMAG	4	5	5	5	4	4	2	2	31

Fuente: García, 2003, p. 25.

De la tabla N° 16 se puede determinar que las grúas que necesitan ser de más prioridad en el mantenimiento preventivo son la AT 80 y la RT 700E. Seguida de la RT 740



El modelo de evaluación de criticidad para los subsistemas se basó en el de PDVSA, con algunas modificaciones para ajustarlo al caso específico de las grúas telescópicas. En la tabla N° 17 se presentan los criterios asumidos para evaluar la criticidad de los componentes o subsistemas de las grúas. Los criterios aplicados al modelo de mantenimiento para las grúas telescópicas son:

- Frecuencia de falla: Representa las veces que ocurre el evento falla en un subsistema.
- Impacto operacional: Es porcentaje de producción que se afecta cuando ocurre la falla.
- Nivel de producción manejado: Es la capacidad que se deja de producir cuando ocurre la falla.
- Tiempo medio para reparar: Es el tiempo empleado para lograr normalizar la función del equipo.
- Costo de reparación: Es el costo promedio de corregir una falla específica.
- Impacto en seguridad: Posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daño a las personas.
- Impacto ambiental: Posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daño al ambiente.

La fórmula empleada para el cálculo de la criticidad del caso en estudio es dada por:  $\text{Criticidad} = [(\text{Nivel Producción} \times \text{TMR} \times \text{Impacto Producción}) + \text{Costo Reparación} + \text{Impacto en Seguridad} + \text{Impacto Ambiental} + \text{Impacto en Satisfacción al Cliente}] \times \text{Frecuencia de Fallas}$ .

Se asumió los siguientes intervalos de valores para delimitar los niveles de criticidad en los subsistemas:

**Alta criticidad**, para valores con índice de criticidad  $> 400$

**Mediana criticidad**, para valores con índice de criticidad:  $> 250$  y  $< 400$

**Baja criticidad**, para valores con índice criticidad  $< 250$

Tabla N° 17. Valores de criticidad

<b>TABLA DE VALORES DE CRITICIDAD</b>	
<b>Guía de criticidad para maquinaria</b>	
<b>1. Frecuencia de falla (todo tipo de falla)</b>	<b>Puntaje</b>
No más de 10 fallas por año	1
Entre 10 y 30 fallas por año	3
Entre 30 y 50 fallas por año	4
Más de 50 Fallas por año	6
<b>2. Impacto sobre las operaciones</b>	
<b>2.1 Nivel de producción de la grúa</b>	
0-200 horas al año	3
201-550 horas al año	6
551-850 horas al año	9
mayor a 850 horas al año	12
<b>2.2 Tiempo medio para reparar</b>	
Menos de 1 hora	1
Entre 1 y 2.5 horas	4
Entre 2.5 y 4.5 horas	6
Más de 4.5 horas	8
<b>2.3 Impacto en la producción (por falla)</b>	
No afecta	0.05
25% de impacto	0.3
50% de impacto	0.5
75% de impacto	0.8
La impacta totalmente	1
<b>2.4 Costos de reparación</b>	
Menos de 0.5 media costo mantenimiento	3
Entre 0.25 y 0.6 media del costo de mantenimiento	5
Entre 0.6 y 2-5 media del costo de mantenimiento	10
Más de 2.5 media del costo mantenimiento	25
<b>2.5 Impacto sobre la seguridad</b>	
Si	35
No	
<b>2.6 Impacto ambiental</b>	
Si	30
No	0
<b>2.7 Impacto satisfacción al cliente</b>	
No aplica	0
Baja	5
Media	10
Alta	20

Fuente: planificación y dirección venezolana de mantenimiento

Tabla N° 18. Evaluación de criticidad de los subsistemas de la grúa

Subsistemas de las grúas telescópicas									
Subsistemas principales	Nivel de servicio	Tiempo medio reparación	Impacto Servicio	Costos reparación	Impacto seguridad	Impacto ambiental	Impacto satisfacción cliente	Frecuencia de falla	Criticidad
Hidráulico	12	6	0.8	3	0	30	20	6	663.6
Eléctrico	12	4	1	5	35	30	20	4	552
Pluma	12	4	0.8	20	35	0	10	1	103.4
Malacate	12	3	0.5	3	35	0	5	1	61
Sistema giro	12	6	0.3	3	35	0	10	1	69.6
Tren de mando	12	6	0.8	3	35	0	20	3	346.8
Tren de rodaje	12	6	0.8	3	35	30	20	3	436.8

Fuente: planificación y dirección venezolana de mantenimiento

De la tabla N° 18 se puede ordenar los valores de la criticidad de mayor a menor y mediante un diagrama de Pareto determinar los más urgentes.

Tabla N° 19. Tabla subsistemas críticos

	Criticidad	Porcentaje	Porc. Acum.
Hidráulico	663.6	29.7	29.7
Eléctrico	552	24.7	54.4
Tren de rodaje	436.8	19.6	74.0
Tren de mando	346.8	15.5	89.5
Pluma	103.4	4.6	94.2
Sistema giro	69.6	3.1	97.3
Malacate	61	2.7	100.0
	2233.2		

Fuente: elaboración propia

Figura N° 8

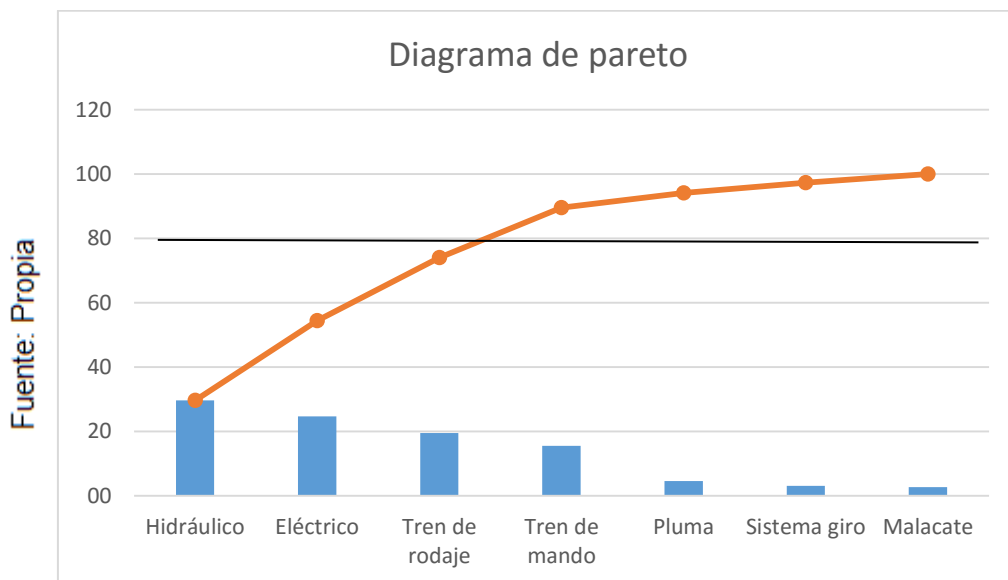


Diagrama de Pareto subsistemas

Del siguiente análisis de la tabla N° 19 y figura N° 8 se puede determinar que los subsistemas a programar un mantenimiento preventivo son principalmente el hidráulico, eléctrico y tren de rodaje. De acuerdo a lo registrado se realizó una inspección inicial a cada grúa telescópica, una por semana. De tal manera que se pudiera corregir cualquier falla detectada durante este periodo.

Tabla N° 20. Revisión inicial de la grúa AT 80

<b>Falla detectada</b>	<b>Ajuste</b>
Falta circulina para cabina de operador	Colocación de circulina
Goteo de aceite	Reemplazo de anillos
Reten del cigüeñal delantero motor dañado	Reemplazo de reten
Faro delantero rajado	Reemplazo de faro
Baja presión de las llantas	Inflado de llantas
Válvula termostática dañada	Reemplazo de la válvula
Batería gastada	Carga de baterías
Jebe de templadores dañados	Cambio de jebes de 2 templadores delanteros
Fuga mangueras lado derecho estabilizadores	Reemplazo de dos mangueras
Carga de alternador ineficiente	Reparación del alternador

Fuente: elaboración propia

La grúa AT 80 fue la primera en que se implementó el mantenimiento preventivo, reparando las fallas que son conocidas al momento de iniciar. Esta grúa es la única que tiene un operador fijo permanente siendo este el Sr. Gonzalo Moreno Gómez, con su conocimiento y experiencia de la maquinaria se corrigieron los errores que tiene.

Tabla N° 21. Revisión inicial de la grúa RT 700E

<b>Falla detectada</b>	<b>Ajuste</b>
Baja aceleración del motor	Afinación del motor
Válvula reguladora de presión pegada	Limpieza del carrete de la válvula
Baja presión de las llantas	Inflado de llantas
Aire en el cilindro hidráulico	Purga del aire del cilindro
Obstrucción en manguera de giro	Reemplazo de manguera
Válvula de alivio causa giro lento	Ajuste de la válvula
Fugas en sellos de embolo del cilindro	Reemplazo de sellos
Ventiladores de la cabina no encienden	Cambio de relés de accesorios

Fuente: elaboración propia

La grúa RT 700E, fue la segunda en implementarse las revisiones, el manejo de esta normalmente es hecha por terceros. Pero los fallos son conocidos por el jefe del taller, quedando entonces las revisiones al Sr. Carlos Sáenz Herrera.

Tabla N° 22. Revisión inicial de la grúa RT 740

<b>Falla detectada</b>	<b>Ajuste</b>
Baja presión de las llantas	Inflado de llantas
Demasiado material en vigas estabilizadores	Limpieza de vigas
Colador de aspiración obstruido	Limpieza del colador
Filtro de aire desgastado	Reemplazo de filtro de aire
Batería baja	Carga de batería
Fuga de aceite	Cambio de empaquetaduras
Alarma de retroceso no funciona	Cambio de cables resacos

Fuente: elaboración propia

La grúa RT 740 fue la tercera en implementarse el mantenimiento preventivo. Esta es operada por terceros por lo que la revisión queda a cargo de Emerson Ramírez Barbaran quien es el rigger de apoyo.

Tabla N° 23 Revisión inicial de la grúa RT 422

<b>Falla detectada</b>	<b>Ajuste</b>
Aceite hidráulico contaminado	Llenado de aceite hidráulico
Batería descargada	Carga de batería
Baja presión de las llantas	Inflado de llantas
Estabilizador derecho trasero no se retrae	Reparación de la conexión del interruptor
Pernos de acoplamiento aflojados	Juste de pernos
Estabilizador trasero torcido	Desarme y alineación del estabilizador
Sin indicador del ángulo de la pluma	Colocación de ángulo de la pluma
Filtro de aceite desgastado	Cambio de filtro de aceite

Fuente: elaboración propia

La grúa RT 422 fue la cuarta en implementarse las revisiones, esta es operada en su mayoría por el Sr. Carlos Sáenz Herrera debido a la inoperatividad de los indicadores de carga, por lo que las tareas se realizan visualmente.

*Tabla N° 24 Revisión inicial de la grúa T 200*

<b>Falla detectada</b>	<b>Ajuste</b>
Batería descargada	Carga de batería
Baja presión de las llantas	Inflado de llantas
Interruptores de estabilizadores dañados	Reparación de interruptores
Embolo suelto en cilindro	Reemplazo de sello
Solenoide dañado	Reemplazo de solenoide
Filtro de aire desgastado	Reemplazo de filtro
Fuga en manguera de dirección	Reemplazo de manguera
Aceite hidráulico contaminado	Vaciado y llenado de nuevo aceite

Fuente: elaboración propia

La grúa T 200 fue la última en implementarse el mantenimiento preventivo, esta es operada en su mayoría por Giancarlo Pelaez Shutte, por lo que pudo identificar fallas comunes.

Además de estas revisiones se va a tener el petróleo para el motor un día antes de la salida a realizar un trabajo.

Tabla N° 25. Programación de mantenimiento general para las grúas

		Horas de operación											
		250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000
Aceites	Aceite de transmisión								x				
	Aceite winche principal								x				
	Aceite winche auxiliar								x				
	Aceite de ejes y cubos								x				
	Aceite reductor de giro								x				
	Aceite hidráulico						x						x
	Aceite de motor	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Filtros	Filtro aceite de motor	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Filtro de combustible	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Filtro separador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Filtro de aire	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Filtro de transmisión		x		x		x		x		x		x
	Filtro hidráulico retorno		x		x		x		x		x		x
	Filtro hidráulico succión				x				x				x
Inspección	Calibración de válvulas						x						x
	Inspección general	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Inspección sist. Elec.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Inspección chasis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Inspección neumáticos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Inspección cable acero	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Inspección gancho	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: elaboración propia

Basado en lo que se encuentra en los manuales (anexos figuras N° 38 al N° 41) y contrastándolo con el conocimiento del personal de mantenimiento se pudo elaborar un cronograma unificado para las grúas, el cual se basa en los subsistemas más críticos, además de la lubricación.

A continuación, siguen las cartillas de mantenimiento para 250 horas, el cual esta detallado las inspecciones y cambios a realizar según las horas de trabajo. Las cartillas de 500, 1000, 1500 y 2000 horas se encuentran en los anexos.



## CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 250 HORAS

Horómetro: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Aceites			
	Especificación	Cantidad	Medida
Aceite de motor			

Filtros			
	Especificación	Cantidad	Medida
Filtro aceite de motor			
Filtro de combustible			
Filtro separador			
Filtro de aire			

INSPECCIONES		
GENERAL	ESTADO	
	OK	OBSERVACIONES
Asiento y cinturón de seguridad		
Espejos retrovisores		
Parabrisas delantero		
Limpia parabrisas delantero		
Manijas de puertas		
Revisar estado cable de acero		
Revisar estado de gancho		
Revisar estado y presión de aire de neumáticos		
Otros:		
MOTOR	ESTADO	
	OK	OBSERVACIONES
Fajas		
Mangueras de combustible		
Panel de radiador del motor		
Aspas del ventilador		
Filtro de aire		
Nivel de llenado de aceite de motor		
Estado general del comportamiento del motor		
Otros:		

**CARTILLA DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO: 250 HORAS**

INSPECCIONES		
SISTEMA HIDRÁULICO	ESTADO	
	OK	OBSERVACIONES
Revisar fugas en mangueras y conexiones		
Revisar accionamiento funciones hidráulicas		
Verificar estado controles de dirección, giro y palanca		
Comprobar el nivel de llenado de aceite hidráulico		
Filtro hidráulico		
Otros:		
SISTEMA ELÉCTRICO	ESTADO	
	OK	OBSERVACIONES
Compruebe funcionamiento indicadores del panel		
Compruebe operatividad de las luces		
Revisar funcionamiento de alarma de retroceso		
Revisar funcionamiento de alarma de giro		
Verificar estado y bornes de las baterías		
Revisar funcionamiento de motor de arranque		
Revisar funcionamiento de motor del alternador		
Revisar cableado en general		
Bloqueador de corriente		
CHASIS Y CABINA	ESTADO	
	OK	OBSERVACIONES
Revisar estado general de la pintura		
Revisar interior de cabina, limpiar si es necesario		
Revisar el estado de los vidrios		
Estructura y chasis		
Otros:		

Tabla N° 26. Lubricaciones programadas para las grúas

<b>COMPONENTE</b>	<b>FRECUENCIA (HORAS)</b>	<b>Nº EN EL DIAGRAMA</b>
Almohadillas de desgaste superiores traseras de pluma	50	5
Almohadillas de desgaste superiores e inferiores de la pluma	50	6
Mecanismo de plataforma de giro	50	21
Cojinete de adaptador giratorio de aparejo de gancho	250	1
Poleas del cable de extensión	250	7
Poleas del cable de retracción	250	8
Eje de pivote de la pluma	250	9
Polea de extensión de la pluma	250	10
Polea superior de la punta de la pluma	250	11
Polea inferior de la punta de la pluma	250	12
Polea de la punta auxiliar de la pluma	250	13
Poleas del aparejo del gancho	250	2
Seguidor del cable de elevación	250	16
Almohadillas de desgaste laterales interiores centrales	360	4
Pasador de pivote del cilindro de elevación inferior	500	18
Polea de mástil de extensión de la pluma	500	14
Pivotes de dirección superior e inferior	500	34
Piñón impulsor y engranaje de la plataforma de giro	500	22
Cojinete de plataforma de giro	500	23
Pasador de pivote de cilindro de elevación superior	500	17
Pasadores de pivote de cilindros de dirección	500	33
Carter del motor	500	26
Transmisión, convertidor de par	1000	27
Malacate principal	1000	19
Colador de refrigerante	2000	29
Sistema de enfriamiento	2000	28
Diferenciales	4000	24
Cubos de planetarios y cojinetes de rueda	4000	25

Fuente: GROVE, manual de servicio serie RT

El cronograma de lubricaciones también se contrastó con los manuales de la AT y con la experiencia del personal del taller tal como se muestra en los anexos (figuras N° 40 y N° 41), las partes a lubricar se señalan en la figura N° 9.

Figura N° 9

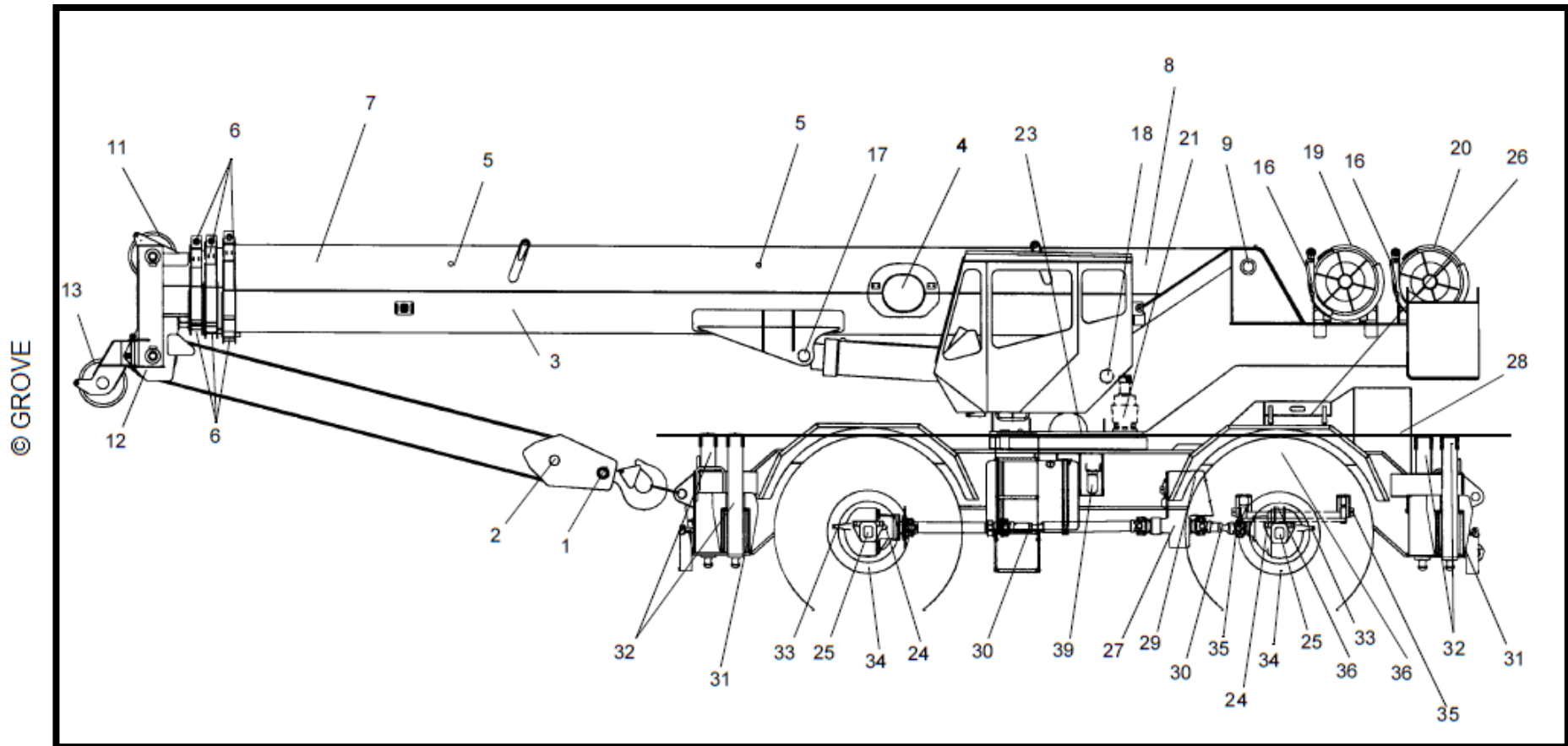


Diagrama partes a lubricar

#### 2.6.4. Resultados

Los resultados se obtuvieron luego del tiempo de implementación del plan, el cual fue una semana por cada grúa, en la cual se realizó inspecciones (figura N° 10).

**Figura N° 10**



Revisión de cabina de RT 740

Dentro de este chequeo general, del cual partió por los problemas conocidos por los operadores y mecánicos. También haciendo chequeo rutinario como en la presión de las llantas (figura N°11)

**Figura N° 11**



Medida de la presión de la llanta T 200

También se realizó cambio de aceite hidráulico como se puede apreciar en la figura N° 12.

**Figura N° 12**

Fuente: Propia

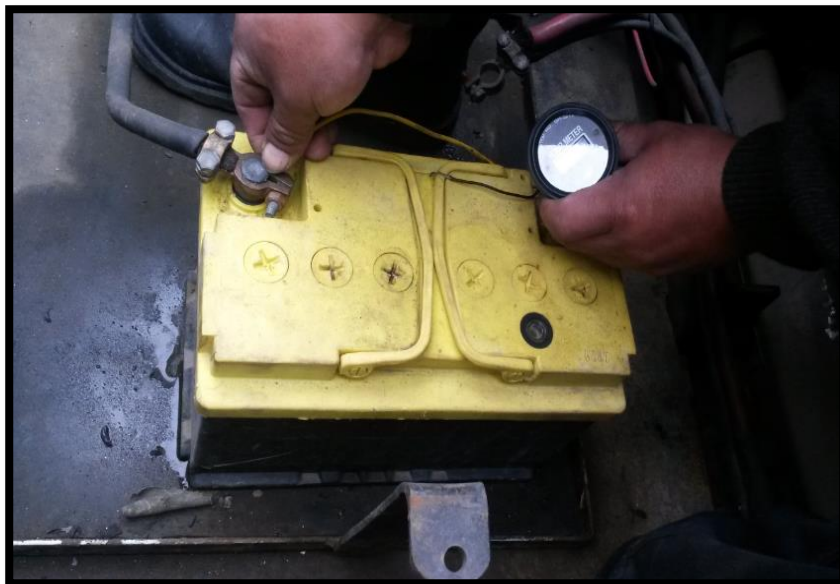


Cambio de aceite T 200

El medio para controlar cuando hacer los próximos chequeos será por los horómetros, el cual se muestra su uso en la figura N° 13.

**Figura N° 13**

Fuente: Propia



Prueba de horómetro

## Variable Dependiente

### Lista de máquinas con mantenimiento preventivo.

Se aprecia en la tabla N° 27.

Tabla 27. Grúas con mantenimiento preventivo

	ANTES DE PLAN		DESPUÉS DEL PLAN	
Tipo de grúa	Establecido	No establecido	Establecido	No establecido
Grove RT 700		x	x	
Grove RT 740		x	x	
Grove RT 422		x	x	
Demag At 80		x	x	
P&H T 200		x	x	

Fuente: elaboración propia

Reemplazando:

$$\frac{\text{MPM}}{\text{TM}} \times 100\% \quad \frac{5}{5} \times 100\% = 100\%$$

MPM: máquinas con plan de mantenimiento preventivo

TM: total de máquinas

Al haberse realizado un cronograma para cada grúa, se ha logrado completar el 100% de lo establecido para las grúas.

### Lista de inspecciones realizadas

Tabla 28. Inspecciones realizadas

Tipo de grúa	Inspecciones planificadas	Inspecciones realizadas
Grove RT 700	2	2
Grove RT 740	1	1
Grove RT 422	1	1
Demag AT 80	1	1
P&H T 200	1	1
TOTAL	6	6

Fuente: elaboración propia

Reemplazando:

$$\frac{IR}{IP} \times 100\% = \frac{6}{6} \times 100\% = 100\%$$

IR: Inspecciones realizadas

IP: Inspecciones programadas

Al haberse realizado las inspecciones iniciales y la de 250 horas para la grúa RT 700E, entonces se completaron el 100 % de las inspecciones planificadas.

Lista de lubricaciones a realizar

*Tabla 29. Lubricaciones realizadas*

Tipo de grúa	Lubricaciones planificadas	Lubricaciones realizadas
Grove RT 700	6	2
Grove RT 740	3	1
Grove RT 422	1	1
Demag AT 80	3	3
P&H T 200	1	1
TOTAL	14	8

Fuente: elaboración propia

Reemplazando:

$$\frac{LR}{LP} \times 100\% = \frac{8}{14} \times 100\% = 57.1\%$$

LR: Lubricaciones realizadas

LP: Lubricaciones programadas

En cuanto a las lubricaciones, no se pudieron concretar todas las programadas debido a que en el caso de ambas (RT 700 y RT 740) se encontraban en obra y no se pudo coordinar. Por lo que en total se realizaron el 57.1 % de las lubricaciones realizadas



*Tabla 30. Mantenimientos realizados*

Tipo de grúa	Mantenimientos planificados	Mantenimientos realizados
Grove RT 700	8	8
Grove RT 740	7	7
Grove RT 422	8	8
Demag AT 80	10	10
P&H T 200	8	8
TOTAL	41	41

*Fuente: elaboración propia*

Reemplazando:

$$\frac{MR}{MP} \times 100\% = \frac{41}{41} \times 100\% = 100\%$$

MR: Mantenimientos realizados

MP: Mantenimientos programadas

Los mantenimientos se cumplieron según lo previsto en la revisión inicial lo que da un 100 %

### **VARIABLE INDEPENDIENTE**

En la tabla N° 31 se tienen los datos juntos de todas las grúas además del total de ellas. Cada fila es un día que va desde el 13 de abril al 13 de mayo. Además, cada 3 columnas se han puesto los datos de distintos colores para cada grúa.

Color amarillo: Grúa AT 80

Color azul: Grúa RT 700

Color verde: Grúa RT 740

Color plomo: Grúa T 200

Color naranja: Grúa RT 422

Color blanco: Suma total

Cada uno está compuesto de 3 columnas las cuales son:

Horas: Horas de operación de cada grúa por su fecha correspondiente.

Fallas: Número de fallas que se presentaron durante las horas de operación.

TTF: Tiempo de duración de fallas hasta que pudieron ser corregidas en minutos

Tabla N° 31. Registro de datos después de la mejora

Fecha	AT 80			RT 700E			RT 740			T 200			RT 422			TOTAL		
	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF (min)
13-04	0	0	0	12	0	0	0	0	0	6	1	40	0	0	0	18	1	40
14-04	10	0	0	12	0	0	5	0	0	0	0	0	6	0	0	33	0	0
15-04	0	0	0	12	1	90	0	0	0	5	0	0	0	0	0	17	1	90
16-04	8	0	0	12	0	0	7	1	100	7	1	100	7	0	0	41	2	200
17-04	7	1	90	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	1	90
18-04	0	0	0	12	0	0	0	0	0	4	0	0	6	1	60	22	1	60
19-04	8	0	0	12	0	0	7	1	110	0	0	0	0	0	0	27	1	110
20-04	6	0	0	12	0	0	0	0	0	7	1	60	0	0	0	25	1	60
21-04	5	0	0	12	0	0	0	0	0	6	0	0	8	1	90	31	1	90
22-04	0	0	0	12	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0
23-04	12	1	70	12	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	30	1	70
24-04	12	0	0	12	0	0	6	0	0	8	0	0	4	0	0	42	0	0
25-04	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0
26-04	6	1	80	12	0	0	7	0	0	4	0	0	0	0	0	29	1	80
27-04	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	70	18	1	70
28-04	5	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	22	0	0
29-04	7	0	0	12	1	70	7	0	0	6	1	70	0	0	0	32	2	140
30-04	7	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	80	23	1	80
02-05	0	0	0	12	1	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1	60
03-05	6	0	0	12	0	0	5	0	0	8	1	80	8	0	0	39	1	80
04-05	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	19	0	0
05-05	12	0	0	12	0	0	12	1	60	4	0	0	0	0	0	40	1	60
06-05	12	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	6	1	50	30	1	50
07-05	12	1	70	0	0	0	12	0	0	0	0	0	4	0	0	28	1	70
08-05	12	0	0	8	2	50	12	0	0	6	0	0	0	0	0	38	2	50
09-05	12	0	0	0	0	0	12	1	65	0	0	0	7	0	0	31	1	65
10-05	0	0	0	4	0	0	12	0	0	8	1	70	6	0	0	30	1	70
11-05	0	1	50	0	0	0	12	0	0	6	0	0	0	0	0	18	1	50
12-05	6	0	0	0	0	0	12	0	0	5	0	0	4	1	50	27	1	60
13-05	0	0	0	0	0	0	12	1	50	0	0	0	0	0	0	12	1	50

La tabla N° 31 muestra los resultados después de la mejora durante 30 días, mientras que en la tabla N° 32 se muestran ordenadas por los indicadores a usar.

Tabla N° 32. Datos para hallar la variable después de la mejora

FECHA	FALLAS	TTF	MANTENIBILIDAD	HORAS OP.	FIABILIDAD	DISPONIBILIDAD
13-04	1	0.67	0.67	18	18.00	0.96
14-04	0	-	-	33	-	1.00
15-04	1	1.50	1.50	17	17.00	0.92
16-04	2	3.33	1.67	41	20.50	0.92
17-04	1	1.50	1.50	19	19.00	0.93
18-04	1	1.00	1.00	22	22.00	0.96
19-04	1	1.83	1.83	27	27.00	0.94
20-04	1	1.00	1.00	25	25.00	0.96
21-04	1	1.50	1.50	31	31.00	0.95
22-04	0	-	-	17	-	1.00
23-04	1	1.17	1.17	30	30.00	0.96
24-04	0	-	-	42	-	1.00
25-04	0	-	-	12	-	1.00
26-04	1	1.33	1.33	29	29.00	0.96
27-04	1	1.17	1.17	18	18.00	0.94
28-04	0	0	-	22	-	1.00
29-04	2	2.33	1.17	32	16.00	0.93
30-04	1	1.33	1.33	23	23.00	0.95
02-05	1	1.00	1.00	12	12.00	0.92
03-05	1	1.33	1.33	39	39.00	0.97
04-05	0	-	-	19	-	1.00
05-05	1	1.00	1.00	40	40.00	0.98
06-05	1	0.83	0.83	30	30.00	0.97
07-05	1	1.17	1.17	28	28.00	0.96
08-05	2	0.83	0.42	38	19.00	0.98
09-05	1	1.08	1.08	31	31.00	0.96
10-05	1	1.17	1.17	30	30.00	0.96
11-05	1	0.83	0.83	18	18.00	0.96
12-05	1	1.00	1.00	27	27.00	0.96
13-05	1	0.83	0.83	12	12.00	0.94
			1.15		24.23	0.96

Fuente: elaboración propia

Los resultados nos muestran una mantenibilidad de 1.15 horas/fallo, una fiabilidad de 24.23 horas/fallo y una disponibilidad del 96%, lo que está dentro del rango para máquinas que brindan servicios no continuos que es del 95 al 99%.

## 2.7. Resultados económicos

Si la disponibilidad antes de la mejora era del 89% esto quiere decir que si se trabajan 700 horas al mes. Las paradas llegan a ser de 77 horas

La disponibilidad después de la mejora es del 96% lo que equivale a 28 horas de para según el ejemplo anterior.

Los costos que se tienen por servicio son:

- Pago al operador: S/. 35.00 la hora
- Petróleo: 100 S/. para 8 horas de trabajo. Lo que da S/. 12.50 por hora
- Otros: taxis, gasolina, viáticos: aproximadamente S/. 6.00 por hora

Lo que da un total de S/. 53.50 por hora

Los ingresos son \$ 40.00 la hora, a un tipo de cambio de S/ 3.20 nos da un total de S/. 128.00 por hora.

Sin tomar en cuenta los gastos adicionales nos da un ingreso de S/. 74.50 la hora.

Tomando en cuenta el costo de la inversión de S/. 910.00

$$\frac{910}{74.50} = 12.21$$

Lo que quiere decir que se recuperaría la inversión con 13 horas de servicio.

Con la mejora se recuperan 49 horas, lo que podría ser un equivalente a \$ 1960 de ingresos extras al mes.

## **CAPÍTULO III:**

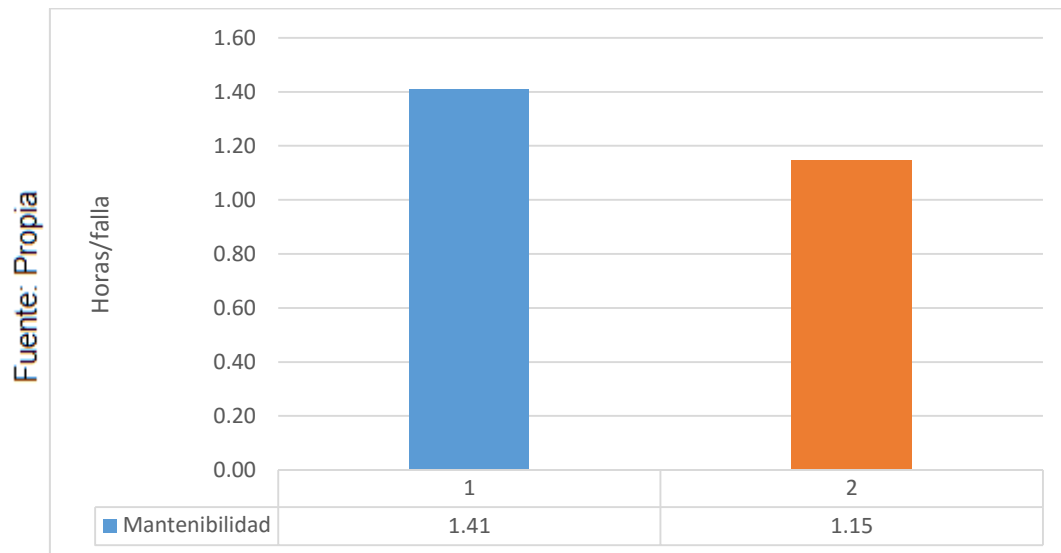
## **RESULTADOS**

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Análisis descriptivo

A continuación, se muestran los análisis descriptivos de las medias del antes y después de la mejora.

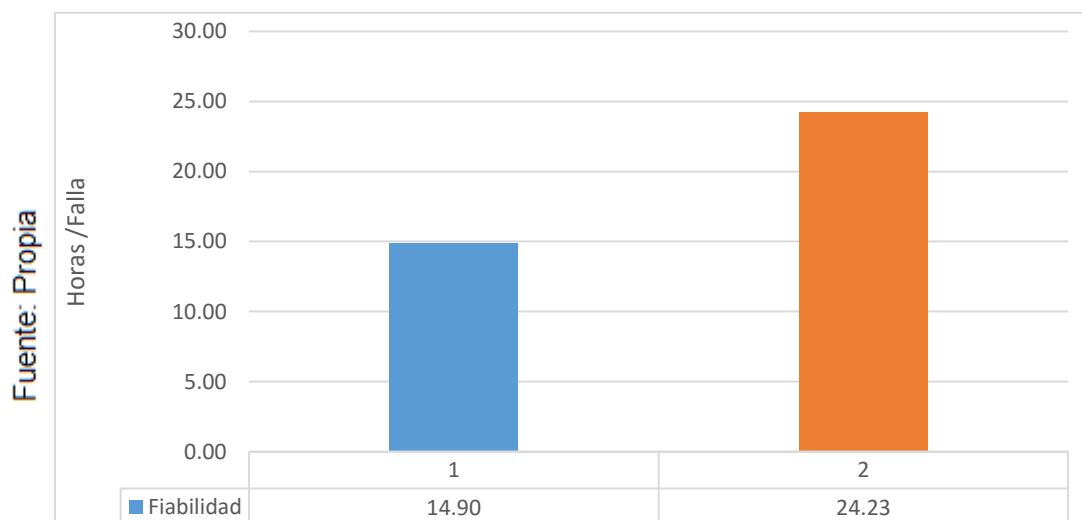
**Figura N° 14**



Comparación de medias de la mantenibilidad antes y después de la mejora

En la figura N° 14 se puede ver que en promedio la mantenibilidad ha mejorado, antes de la mejora era de 1.41 horas/falla y después de la mejora es 1.15 horas/falla por lo que ha disminuido en 0.26 horas/falla.

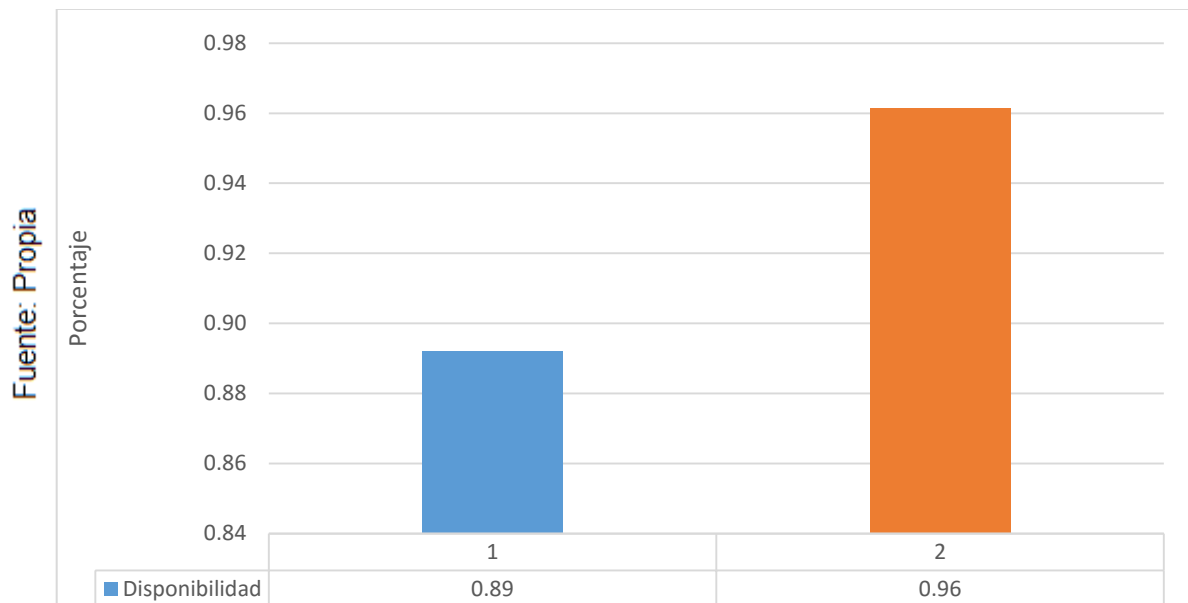
**Figura N° 15**



Comparación de medias de la fiabilidad antes y después de la mejora

En la fiabilidad la mejora se da al reducir el número de fallas, antes de la mejora en promedio era 14.90 horas/falla y después de la mejora es de 24.23 horas/falla, por lo que se puede decir que ha aumentado en 9.33 horas/falla.

**Figura N° 16.**



Comparación de medias de la disponibilidad antes y después de la mejora

En la disponibilidad también hubo una mejora, antes de la mejora era de 89% y después de la mejora es de 96%.

### 3.2. Análisis inferencial

#### 3.2.1. Análisis de la hipótesis general

- $H_a$ : La implementación del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a la serie de la disponibilidad antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla N° 33: Prueba de normalidad de disponibilidad con Shapiro Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad antes	,943	30	,107
Disponibilidad después	,919	30	,025

Fuente: elaboración propia

De la tabla N° 32, se puede verificar que la significancia de las disponibilidades, antes es 0.107 y después 0.025, dado que la disponibilidad antes es mayor que 0.05 y la disponibilidad después es menor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis general

$H_0$ : La implementación del mantenimiento preventivo no mejora la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017

$H_a$ : La implementación del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$



Tabla 34. Comparación de medias de disponibilidad antes y después con Wilcoxon

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Disponibilidad antes	,8933	30	,04802	,00877
Disponibilidad después	,9617	30	,02534	,00463

Fuente: elaboración propia

De la tabla N° 34, ha quedado demostrado que la media de la disponibilidad antes (0.8933) es menor que la media de la disponibilidad después (0.9617), por consiguiente no se cumple  $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$ , en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la implementación del mantenimiento preventivo no mejora la disponibilidad, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la implementación del mantenimiento preventivo mejora disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el  $p_{valor}$  o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas disponibilidades.

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 35: Estadísticos de prueba Wilcoxon para disponibilidad

	Disponibilidad antes – Disponibilidad después
Z	-4,487 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,000

Fuente: elaboración propia

De la tabla N° 35, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la disponibilidad antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la implementación del mantenimiento preventivo mejora disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

### 3.2.2. Análisis de la primera hipótesis específica

- $H_a$ : La implementación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

A fin de poder contrastar la primera hipótesis específica, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a la serie de la mantenibilidad antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 24, al no tomar los seis valores donde la mantenibilidad no se puede hallar. se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla N° 36: Prueba de normalidad de mantenibilidad con Shapiro Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Mantenibilidad antes	,895	24	,017
Mantenibilidad después	,979	24	,869

Fuente: elaboración propia

De la tabla N° 36, se puede verificar que la significancia de las mantenibilidades, antes es 0.017 y después 0.869, dado que la mantenibilidad antes es menor que 0.05 y la mantenibilidad después es mayor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon.

#### Contrastación de la hipótesis general

$H_0$ : La implementación del mantenimiento preventivo no mejora la mantenibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

$H_a$ : La implementación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pd} \geq \mu_{Pa}$$

$$H_a: \mu_{Pd} < \mu_{Pa}$$

Tabla N° 37: Comparación de medias de mantenibilidad antes y después con Wilcoxon

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Mantenibilidad antes	1,4083	24	,20859	,04258
Mantenibilidad después	1,1458	24	,32215	,06576

Fuente: elaboración propia

De la tabla N° 37, ha quedado demostrado que la media de la mantenibilidad antes (1.4083) es menor que la media de la mantenibilidad después (1.1458), por consiguiente, no se cumple  $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$ , en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la implementación del mantenimiento preventivo no mejora la mantenibilidad, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la implementación del mantenimiento preventivo mejora

la mantenibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el  $p_{valor}$  o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas mantenibilidades.

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 38. Estadísticos de prueba Wilcoxon para mantenibilidad

	Mantenibilidad antes – Mantenibilidad después
Z	-3,058 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,002

Fuente: elaboración propia

De la tabla N° 38, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la mantenibilidad antes y después es de 0.002, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación o alterna por lo que podemos afirmar que la implementación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

### 3.2.2. Análisis de la segunda hipótesis específica

hipótesis específica

H<sub>a</sub>: La implementación del mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

A fin de poder contrastar la segunda hipótesis específica, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de la fiabilidad antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 24, al no tomar los seis valores donde la

fiabilidad no se puede hallar, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si  $p_{\text{valor}} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{\text{valor}} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla N° 39: Prueba de normalidad de fiabilidad con Shapiro Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Fiabilidad antes	,835	24	,001
Fiabilidad después	,953	24	,318

Fuente: elaboración propia

De la tabla N° 39, se puede verificar que la significancia de las fiabilidades, antes es 0.001 y después 0.318, dado que la fiabilidad antes es menor que 0.05 y la fiabilidad después es mayor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon

Contrastación de la hipótesis general

$H_0$ : La implementación del mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

$H_a$ : La implementación del mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla N° 40: Comparación de medias de fiabilidad antes y después con Wilcoxon

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Fiabilidad antes	14,8988	24	8,80285	1,79687
Fiabilidad después	24,2292	24	7,58141	1,54755

Fuente: elaboración propia

De la tabla N° 40, ha quedado demostrado que la media de la fiabilidad antes (14.8988) es menor que la media de la fiabilidad después (24.2292), por consiguiente no se cumple  $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$ , en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la implementación del mantenimiento preventivo no mejora la fiabilidad, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la implementación del mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el  $p_{valor}$  o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 41: Estadísticos de prueba Wilcoxon para fiabilidad

	Fiabilidad antes – Fiabilidad después
Z	-3,429
Sig. asintót. (bilateral)	,001

Fuente: elaboración propia

De la tabla N° 41, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la fiabilidad antes y después es de 0.001, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta se acepta la hipótesis de investigación o alterna por lo que podemos afirmar que la implementación del mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.

#### IV. DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación sobre el mantenimiento preventivo y la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Muestran que el mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad en un 7.6%

Al respecto, Ángel y Olaya (2014) en su tesis para obtener el grado de ingeniero industrial titulada: *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Angloangel*. Tuvo similares conclusiones a las nuestras, concluyendo que: De la hipótesis si existe un incremento en la disponibilidad de las máquinas a través del mantenimiento preventivo, incrementando este del 87% al 96% lo que equivale a un aumento del 10.3 %

Así mismo, Buelvas y Martínez (2014) en su tesis para obtener el grado de ingeniero industrial titulada: *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L & L.*, tuvo similares conclusiones a las nuestras, concluyendo que la disponibilidad de la maquinaria se puede incrementar con el mantenimiento preventivo, incrementando esta en 9% en promedio en tres meses.

Finalmente, Castillo y Cieza (2013) en su tesis para obtener el grado de ingeniero mecánico titulada: *Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la lubricación que permita mejorar la disponibilidad de las maquinarias en la planta Merrill Crowe de minera Coimolache*. tuvo similares conclusiones a las nuestras, concluyendo que la disponibilidad de la maquinaria se puede incrementar con el mantenimiento preventivo, incrementando esta de 0.87 a 0.95 lo que equivale a un aumento del 9%.



## V. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el análisis en la presente investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- La implementación del mantenimiento preventivo mejora disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017. Además, la disponibilidad incrementó de 0.893 a 0.961 lo que equivale a un aumento de 7.6%
- La implementación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017. Además, la mantenibilidad disminuyó de 1.40 a 1.14 lo que equivale a una reducción en promedio de 0.26 horas/falla.
- La implementación del mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017. Además, la fiabilidad incrementó de 14.89 a 24.22 lo que equivale a un aumento de 9.33 horas/falla.

## VI. RECOMENDACIONES

Es conveniente que periódicamente se revise la adecuación del plan de mantenimiento, especialmente si ocurre actualización de maquinaria.

Es recomendable implementar un sistema para disponer los desechos producidos por las maquinarias y sus consumibles. Actualmente estos son desechados en el suelo, que al ser de tierra va resultando perjudicial para los colaboradores.

Mantener una buena comunicación entre el área de mantenimiento y el área administrativa para evitar demoras innecesarias. Esto será posible manteniendo una línea directa designando a un encargado en cada área.

## VII. REFERENCIAS

ANGEL, Rafael y OLAYA, Héctor, Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroangel. Tesis (ingeniero industrial). Colombia: Universidad tecnológica de Pereira, 2014.

Disponible en: [goo.gl/fZLgzZ](http://goo.gl/fZLgzZ)

ARQUES, José. Ingeniería y gestión del mantenimiento en el sector ferroviario. *Madrid*: Díaz de Santos, 2009. 276 pp.

ISBN: 9788479789169.

BAPTISTA, María, FERNÁNDEZ, Carlos y HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación. (5ª ed.). México D.F: Interamericana Editores, 2010. 656 pp.

ISBN: 9786071502919.

BARREIRO, Castor. Et al. Tratamiento de datos. *Madrid*: Diaz de Santos, 2006. 361 pp. ISBN: 8479787368

BERNAL, Ángel. Manejo y optimización de las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo en un taller automotriz. Tesis (ingeniero mecánico). Ecuador: Escuela superior tecnológica del litoral, 2012.

Disponible en: [goo.gl/n9Us2Y](http://goo.gl/n9Us2Y)

BUELVAS, Camilo y MARTINEZ, Luis. Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L. Tesis (ingeniero mecánico). Colombia: Universidad Autónoma del Caribe, 2014.

Disponible en: [goo.gl/RzT8n0](http://goo.gl/RzT8n0)

CÁCERES, Rafael. Estadística multivariante y no paramétrica con SPSS. *Madrid*: ediciones Diaz de Santos, 2004. 673 pp.

ISBN: 84-7978-180-7

CANO, José et al. Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas rotativas. Barcelona: Marcombo, 1998. 368 pp.  
ISBN: 8426711669.

CASTILLO, Daniel y CIEZA, Oscar. Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la lubricación que permita mejorar la confiabilidad de las maquinarias en la planta Merrill Crowe de minera Coimolache S.A. Tesis (ingeniero industrial). Chiclayo: Universidad Privada del norte, 2013.  
Disponible en: [goo.gl/6CHoQb](http://goo.gl/6CHoQb)

CERVANTES, Joaquín et al. Mantenimiento mecánico de máquinas. (2ª ed.). Castellón de la plana: Universitat Jaume I, 2007. 388 pp.  
ISBN: 9788480216296.

CRANE INTEREST GROUP. Maintenance, inspection and through examination of mobile cranes. Londres: CIG, 2010. 106 pp.  
ISBN 0717616282

CRESPO, Adolfo y PARRA, Carlos. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada a la gestión de activos. Madrid: INGEMAN, 2012. 260 pp.  
ISBN: 9788495499677

CREUS, Antonio. Fiabilidad y seguridad su aplicación en procesos industriales. Barcelona: Marcombo, 2005. 469 pp.  
ISBN: 8426713629.

DIXON, John, DUFFUA, Salih y RAOUF, Albert. Sistemas de mantenimiento planeación y control. México D.F.: Limusa, 2000. 404 pp.  
ISBN: 9681859189.

DOUNCE, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. (3ª ed.). México D.F.: Patria, 2014. 277 pp.

ISBN: 9786074389241.

FUENTES, Sebastián. Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de overall equipment efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa Hilados Richard's S.A.C. Tesis (ingeniero industrial). Chiclayo: Universidad católica santo Toribio de Mogrovejo, 2011.

Disponible en: [goo.gl/R9Rxja](http://goo.gl/R9Rxja)

GARCÍA, Santiago. Organización y gestión integral del mantenimiento. Madrid: Díaz de Santos, 2003. 299 pp.

ISBN: 8479785489.

GÓMEZ, Félix. Tecnología del mantenimiento industrial. Murcia: EDITUM, 1998. 341 pp.

ISBN: 8483710080.

GONZÁLES, Francisco. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. (2ª ed.). Madrid: Fundación Confemetal, 2005. 567 pp.

ISBN: 8496169499.

GROVE. Manual de servicio RT 700E. EEUU: 2007, 322 pp.

GUEVARA, Ronald y OSORIO, Peter. Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para una empresa prestadora de servicio de transporte interdepartamentales. Tesis (ingeniero mecánico). Colombia: Universidad Autónoma del Caribe, 2014.

Disponible en: [goo.gl/CjuOTf](http://goo.gl/CjuOTf)

KNEZEVIC, Jezdimir. Mantenibilidad. TEIGERO, Joaquín (trad.). Madrid: Isdefe, 1996. 210 pp.

ISBN: 8489338086.

KNEZEVIC, Jezdimir. Mantenimiento. TEIGERO, Joaquín (trad.). Madrid: Isdefe, 1996. 211 pp.  
ISBN: 8489338094.

LÓPEZ, Cristóbal y OROZCO, Francisco. Mecanizado. Madrid: Paraninfo, 2013. 173 pp.  
ISBN: 9788497324410

MALDONADO, Hernán y SIGÚENZA, Luis. Propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria pesada de la empresa minera Dynasti Mining del cantón Portovelo. Tesis (ingeniero mecánico automotriz). Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2012.  
Disponible en: [goo.gl/lXWt88](http://goo.gl/lXWt88)

MARTINEZ, María, Programa de mantenimiento para aumentar la productividad en la empresa Inplax S.A. de C.V. Tesis (ingeniero industrial). Ecuador: Instituto politécnico nacional, 2009.  
Disponible en: [goo.gl/bJDbph](http://goo.gl/bJDbph)

MILANO, Teddy. Planificación y gestión del mantenimiento industrial. Caracas: Panapo, 2011. 146 pp.  
ISBN: 9803664743.

MORA, Alberto. Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. México D.F.: Alfaomega, 2009. 528 pp.  
ISBN: 9789586827690.

NACHLAS, Joel. Fiabilidad. Madrid: Isdefe, 1995. 217 pp.  
ISBN: 8489338078.

NAMAKFOROOSH, Mohammad. Metodología de la Investigación (2ª ed.). México D.F: Limusa, 2000. 525 pp.  
ISBN: 9681855178.

NYMAN, Don y LEVIT, Joel. Maintenance planning, coordination and scheduling (2ª ed.). New york: Industrial press, 2010. 323 pp.

ISBN: 9780831134181

ORTEGA, Antonio. Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas y campos de césped artificial. Almería: Junta Andalucía, 2006. 28 pp.

ORTIZ, Frida. Diccionario de metodología de la investigación científica. México d.f.: Limusa, 2004. 176 pp.

ISBN: 9681864336

PADERO, Manuel. Montaje y mantenimiento de instalaciones frigoríficas industriales. Madrid: Paraninfo, 2014. 176 pp.

ISBN: 9788497329910

PALMER, Richard. Maintenance Planning and scheduling handbook (2ª ed.). New york: McGraw-Hill, 2006. 861 pp.

ISBN: 9780071784115

PEÑARRIETA, María. Módulos de aprendizaje. Tamaulipas: PYV, 2005. 162 pp.

ISBN: 9789707224124

PROKOPENKO, Joseph. La gestión de la productividad. Ginebra. OIT, 1999. 317 pp.

ISBN: 9223059011

QUINTERO, José, MUNEVAR, Raúl y MUÑOZ, Josefina. Como desarrollar competencias investigativas en educación (3ª ed.). Bogotá: Cooperativa editorial magisterio, 2002. 249 pp.

ISBN: 9789582006196

RODRÍGUEZ, Jorge. Gestión del mantenimiento. Bogota: CC, 2008, 105 pp.

ISBN: 9641365212544

SÁNCHEZ, Roberto, Elaboración de planes de mantenimiento preventivo para los equipos de las plantas de agregados. Tesis (ingeniero mecánico). Venezuela: Universidad Simón Bolívar, 2012.  
Disponible en: [goo.gl/aCVrsT](http://goo.gl/aCVrsT)

TOMÁS-SÁBADO, Joaquín. Fundamentos de bioestadística y análisis de datos para enfermería. Barcelona: Servei de Publicacions, 2009. 147 pp.  
ISBN: 9788449026164.

URBANO, Claudio y YUNI, José. Técnicas para investigar 2. (2ª ed.). Córdoba: Brujas, 2006. 112 pp.  
ISBN: 9875910201.

VAUGHN, Richard. Introducción a la ingeniería industrial (2ª ed.). VALLHONRAT, Josep (trad.). Barcelona: Reverté. 1988. 467 pp.  
ISBN: 8429126910

VILLAREAL, Jaime. Cucunubá modelo para un desarrollo sostenible. Bogotá: Universidad de Bogotá, 2000. 300 pp.  
ISBN: 958-9029-30-2.


VALDERRAMA, Néstor, Implementación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar los índices de productividad en Papelesa CIA. Tesis (ingeniero industrial). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2006.  
Disponible en: [goo.gl/4MnTns](http://goo.gl/4MnTns)



# **ANEXOS**

Figura N° 17

© Turnitin



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa GRÚAS AMÉRICA S.A.C. Santa Anita, 2017.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**  
Vega Acuña, Alberto Martín

**ASESOR**  
Mgtr. Céspedes Blanco, Carlos Enrique

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Match Overview**

**17%**

1	Submitted to Universid... Student Paper	9%	>
2	myslide.es Internet Source	1%	>
3	hubier-mantenimiento.... Internet Source	1%	>
4	www.scribd.com Internet Source	1%	>
5	docslide.us Internet Source	<1%	>
6	tangara.uis.edu.co Internet Source	<1%	>
7	univates.br Internet Source	<1%	>
8	repositorio.utp.edu.co	<1%	>

Page: 1 of 141    Word Count: 20321    [Return to Turnitin Classic](#)

Captura de pantalla de turnitin

Figura Nº 18

Fuente: Propia

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA DISPONIBILIDAD**

Nº	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
	DIMENSIÓN 1: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Maquinas con plan de mantenimiento preventivo	✓		✓		✓		
2	Lubricaciones planificadas	✓		✓		✓		
3	Inspecciones planificadas	✓		✓		✓		
4	Mantenimientos planificados	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: FIABILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
5	Tiempo medio entre fallas	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: MANTENIBILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
6	Tiempo medio de reparación	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ ☒ ] Aplicable después de corregir [ ☐ ] No aplicable [ ☐ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Daniel Silva DNI: 10792639

Especialidad del validador: MSc IT, ING INDUSTRIAL

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

14 de Junio del 2017

Daniel Ricardo Silva  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Firma del Experto Informante.

Validez de expertos I

Figura N° 19



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA DISPONIBILIDAD**

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SI	No	SI	No	SI	No	
	DIMENSIÓN 1: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SI	No	SI	No	SI	No	
1	Maquinas con plan de mantenimiento preventivo	✓		✓		✓		
2	Lubricaciones planificadas	✓		✓		✓		
3	Inspecciones planificadas	✓		✓		✓		
4	Mantenimientos planificados	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD	SI	No	SI	No	SI	No	
	DIMENSIÓN 1: FIABILIDAD	SI	No	SI	No	SI	No	
5	Tiempo medio entre fallas	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: MANTENIBILIDAD	SI	No	SI	No	SI	No	
6	Tiempo medio de reparación	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [ ]    Aplicable después de corregir ☒    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador <sup>Dr</sup> Mg: Fernando Suez Apaza    DNI: 40375320

Especialidad del validador: Ingeniero Agro Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

19 de 06 del 2017

Firma del Experto Informante.

Fuente: Propia

Validez de expertos II

Figura N° 20

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA DISPONIBILIDAD**

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Maquinas con plan de mantenimiento preventivo			✓				
2	Lubricaciones planificadas			✓				
3	Inspecciones planificadas			✓				
4	Mantenimientos planificados			✓				
	VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: FIABILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
5	Tiempo medio entre fallas			✓				
	DIMENSIÓN 2: MANTENIBILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
6	Tiempo medio de reparación			✓				

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Suficiencia

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable ☒    Aplicable después de corregir ☐    No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr Mg: Antonio Obregón La Rosa    DNI: 08545518

Especialidad del validador: Ms. Sc. Ing. Ind. Alu.


<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

14 de 06 del 2017

  
Firma del Experto Informante.

*Validez de expertos III*

Tabla N°. 42. Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores
1.General	1.General	1.General	Mantenimiento preventivo	Plan de mantenimiento preventivo	$\frac{MPM \times 100\%}{TM}$ MPM: máquinas con plan de mantenimiento preventivo TM: total de máquinas (Palmer, 2006, p. 330).
¿Como la implementación del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017?	Determinar como la implementación del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.	La implementación del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.			$\frac{LR \times 100\%}{LP}$ LR: lubricaciones realizadas LP: lubricaciones planificadas (Palmer, 2006, p. 333).
2.Específicos	2.Específicos	2.Específicos			$\frac{IR \times 100\%}{IP}$ IR: inspecciones realizadas IP: inspecciones planificadas (Palmer, 2006, p. 333).
¿Como la implementación del mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017?	Establecer como la implementación del mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.	La implementación del mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.			$\frac{MR \times 100\%}{MP}$ MR: mantenimientos realizados MP: mantenimientos planificados (Palmer, 2006, p. 333).
¿Como la implementación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017?	Establecer como la implementación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.	La implementación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017.	Disponibilidad	Fiabilidad	$TMEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$ TMEF: tiempo promedio entre fallas HROP: horas de operación NTFALLAS: número de fallas detectadas Rodríguez (2008, p. 6)
				Mantenibilidad	$TPMR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$ TPMR: tiempos de reparación TTF: tiempo total de fallas NTFALLAS: número total de fallas detectadas Rodríguez (2008, p. 7)

## CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 500 HORAS

Horómetro: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Aceites			
	Especificación	Cantidad	Medida
Aceite de motor			

Filtros			
	Especificación	Cantidad	Medida
Filtro aceite de motor			
Filtro de combustible			
Filtro separador			
Filtro de aire			
Filtro de transmisión			
Filtro hidráulico retorno			

INSPECCIONES		
GENERAL	ESTADO	
	OK	OBSERVACIONES
Asiento y cinturón de seguridad		
Espejos retrovisores		
Parabrisas delantero		
Limpia parabrisas delantero		
Manijas de puertas		
Revisar estado cable de acero		
Revisar estado de gancho		
Revisar estado y presión de aire de neumáticos		
Otros:		
MOTOR	ESTADO	
	OK	OBSERVACIONES
Fajas		
Mangueras de combustible		
Panel de radiador del motor		
Aspas del ventilador		
Filtro de aire		
Nivel de llenado de aceite de motor		
Estado general del comportamiento del motor		
Otros:		



## CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 500 HORAS

INSPECCIONES		
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>	<b>ESTADO</b>	
	<b>OK</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Revisar fugas en mangueras y conexiones		
Revisar accionamiento funciones hidráulicas		
Verificar estado controles de dirección, giro y palanca		
Comprobar el nivel de llenado de aceite hidráulico		
Filtro hidráulico		
Otros:		
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>	<b>ESTADO</b>	
	<b>OK</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Compruebe funcionamiento indicadores del panel		
Compruebe operatividad de las luces		
Revisar funcionamiento de alarma de retroceso		
Revisar funcionamiento de alarma de giro		
Verificar estado y bornes de las baterías		
Revisar funcionamiento de motor de arranque		
Revisar funcionamiento de motor del alternador		
Revisar cableado en general		
Bloqueador de corriente		
Otros:		
<b>CHASIS Y CABINA</b>	<b>ESTADO</b>	
	<b>OK</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Revisar estado general de la pintura		
Revisar interior de cabina, limpiar si es necesario		
Revisar el estado de los vidrios		
Estructura y chasis		
Otros:		



## CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 1000 HORAS

Horómetro: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Aceites			
	Especificación	Cantidad	Medida
Aceite de motor			
Aceite winche principal			
Aceite winche auxiliar			

Filtros			
	Especificación	Cantidad	Medida
Filtro aceite de motor			
Filtro de combustible			
Filtro separador			
Filtro de aire			
Filtro de transmisión			
Filtro hidráulico retorno			
Filtro hidráulico succión			

INSPECCIONES		
GENERAL	ESTADO	
	OK	OBSERVACIONES
Asiento y cinturón de seguridad		
Espejos retrovisores		
Parabrisas delantero		
Limpia parabrisas delantero		
Manijas de puertas		
Revisar estado cable de acero		
Revisar estado de gancho		
Revisar estado y presión de aire de neumáticos		
MOTOR	ESTADO	
	OK	OBSERVACIONES
Fajas		
Mangueras de combustible		
Panel de radiador del motor		
Aspas del ventilador		
Filtro de aire		
Nivel de llenado de aceite de motor		
Estado general del comportamiento del motor		

## CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 1000 HORAS

INSPECCIONES		
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>	<b>ESTADO</b>	
	<b>OK</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Revisar fugas en mangueras y conexiones		
Revisar accionamiento funciones hidráulicas		
Verificar estado controles de dirección, giro y palanca		
Comprobar el nivel de llenado de aceite hidráulico		
Filtro hidráulico		
Otros:		
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>	<b>ESTADO</b>	
	<b>OK</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Compruebe funcionamiento indicadores del panel		
Compruebe operatividad de las luces		
Revisar funcionamiento de alarma de retroceso		
Revisar funcionamiento de alarma de giro		
Verificar estado y bornes de las baterías		
Revisar funcionamiento de motor de arranque		
Revisar funcionamiento de motor del alternador		
Revisar cableado en general		
Bloqueador de corriente		
Otros:		
<b>CHASIS Y CABINA</b>	<b>ESTADO</b>	
	<b>OK</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Revisar estado general de la pintura		
Revisar interior de cabina, limpiar si es necesario		
Revisar el estado de los vidrios		
Estructura y chasis		
Otros:		

## CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 1500 HORAS

Horómetro: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Aceites			
	Especificación	Cantidad	Medida
Aceite de motor			
Aceite hidráulico			

Filtros			
	Especificación	Cantidad	Medida
Filtro aceite de motor			
Filtro de combustible			
Filtro separador			
Filtro de aire			
Filtro de transmisión			
Filtro hidráulico retorno			

INSPECCIONES		
GENERAL	ESTADO	
	OK	OBSERVACIONES
Asiento y cinturón de seguridad		
Espejos retrovisores		
Parabrisas delantero		
Limpia parabrisas delantero		
Manijas de puertas		
Revisar estado cable de acero		
Revisar estado de gancho		
Revisar estado y presión de aire de neumáticos		
MOTOR	ESTADO	
	OK	OBSERVACIONES
Fajas		
Mangueras de combustible		
Panel de radiador del motor		
Aspas del ventilador		
Filtro de aire		
Nivel de llenado de aceite de motor		
Estado general del comportamiento del motor		

## CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 1500 HORAS

INSPECCIONES		
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>	<b>ESTADO</b>	
	<b>OK</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Revisar fugas en mangueras y conexiones		
Revisar accionamiento funciones hidráulicas		
Verificar estado controles de dirección, giro y palanca		
Comprobar el nivel de llenado de aceite hidráulico		
Filtro hidráulico		
Otros:		
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>	<b>ESTADO</b>	
	<b>OK</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Compruebe funcionamiento indicadores del panel		
Compruebe operatividad de las luces		
Revisar funcionamiento de alarma de retroceso		
Revisar funcionamiento de alarma de giro		
Verificar estado y bornes de las baterías		
Revisar funcionamiento de motor de arranque		
Revisar funcionamiento de motor del alternador		
Revisar cableado en general		
Bloqueador de corriente		
Otros:		
<b>CHASIS Y CABINA</b>	<b>ESTADO</b>	
	<b>OK</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Revisar estado general de la pintura		
Revisar interior de cabina, limpiar si es necesario		
Revisar el estado de los vidrios		
Estructura y chasis		
Otros:		

## CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 2000 HORAS

Horómetro: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Aceites			
	Especificación	Cantidad	Medida
Aceite de motor			
Aceite de transmisión auto.			

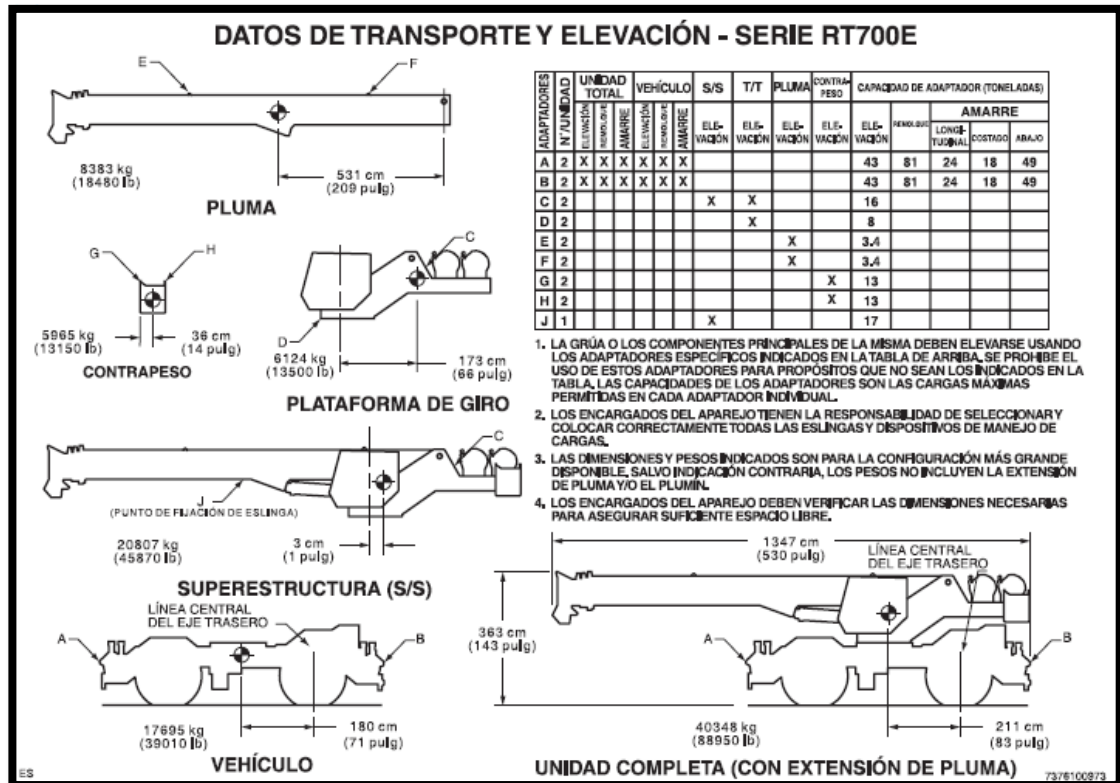
Filtros			
	Especificación	Cantidad	Medida
Filtro aceite de motor			
Filtro de combustible			
Filtro separador			
Filtro de aire			
Filtro de transmisión			
Filtro hidráulico retorno			

INSPECCIONES		
GENERAL	ESTADO	
	OK	OBSERVACIONES
Asiento y cinturón de seguridad		
Espejos retrovisores		
Parabrisas delantero		
Limpia parabrisas delantero		
Manijas de puertas		
Revisar estado cable de acero		
Revisar estado de gancho		
Revisar estado y presión de aire de neumáticos		
MOTOR	ESTADO	
	OK	OBSERVACIONES
Fajas		
Mangueras de combustible		
Panel de radiador del motor		
Aspas del ventilador		
Filtro de aire		
Nivel de llenado de aceite de motor		
Estado general del comportamiento del motor		

## CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 2000 HORAS

INSPECCIONES		
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>	<b>ESTADO</b>	
	<b>OK</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Revisar fugas en mangueras y conexiones		
Revisar accionamiento funciones hidráulicas		
Verificar estado controles de dirección, giro y palanca		
Comprobar el nivel de llenado de aceite hidráulico		
Filtro hidráulico		
Otros:		
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>	<b>ESTADO</b>	
	<b>OK</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Compruebe funcionamiento indicadores del panel		
Compruebe operatividad de las luces		
Revisar funcionamiento de alarma de retroceso		
Revisar funcionamiento de alarma de giro		
Verificar estado y bornes de las baterías		
Revisar funcionamiento de motor de arranque		
Revisar funcionamiento de motor del alternador		
Revisar cableado en general		
Bloqueador de corriente		
Otros:		
<b>CHASIS Y CABINA</b>	<b>ESTADO</b>	
	<b>OK</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Revisar estado general de la pintura		
Revisar interior de cabina, limpiar si es necesario		
Revisar el estado de los vidrios		
Estructura y chasis		
Otros:		

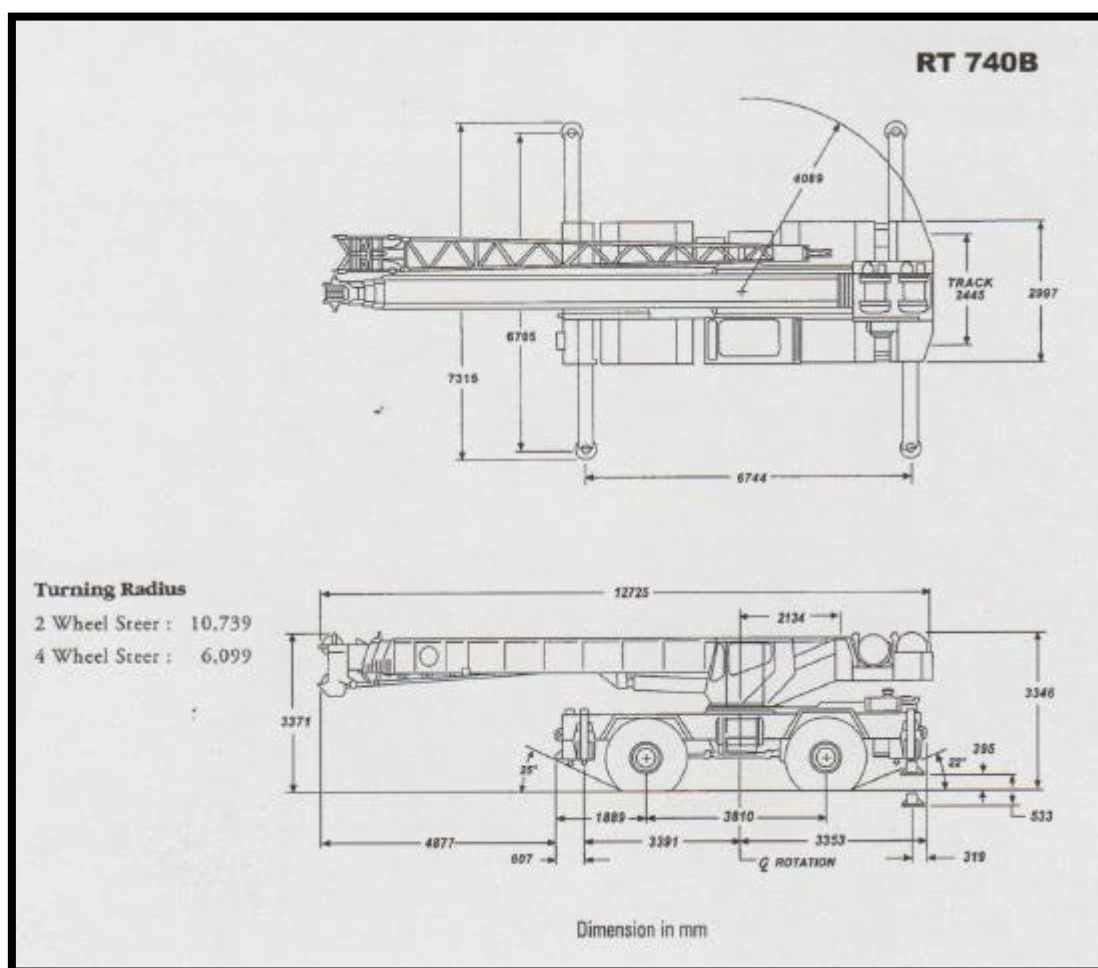
Figura Nº 21



Dimensiones de la Grúa RT 700 E

Figura N° 22

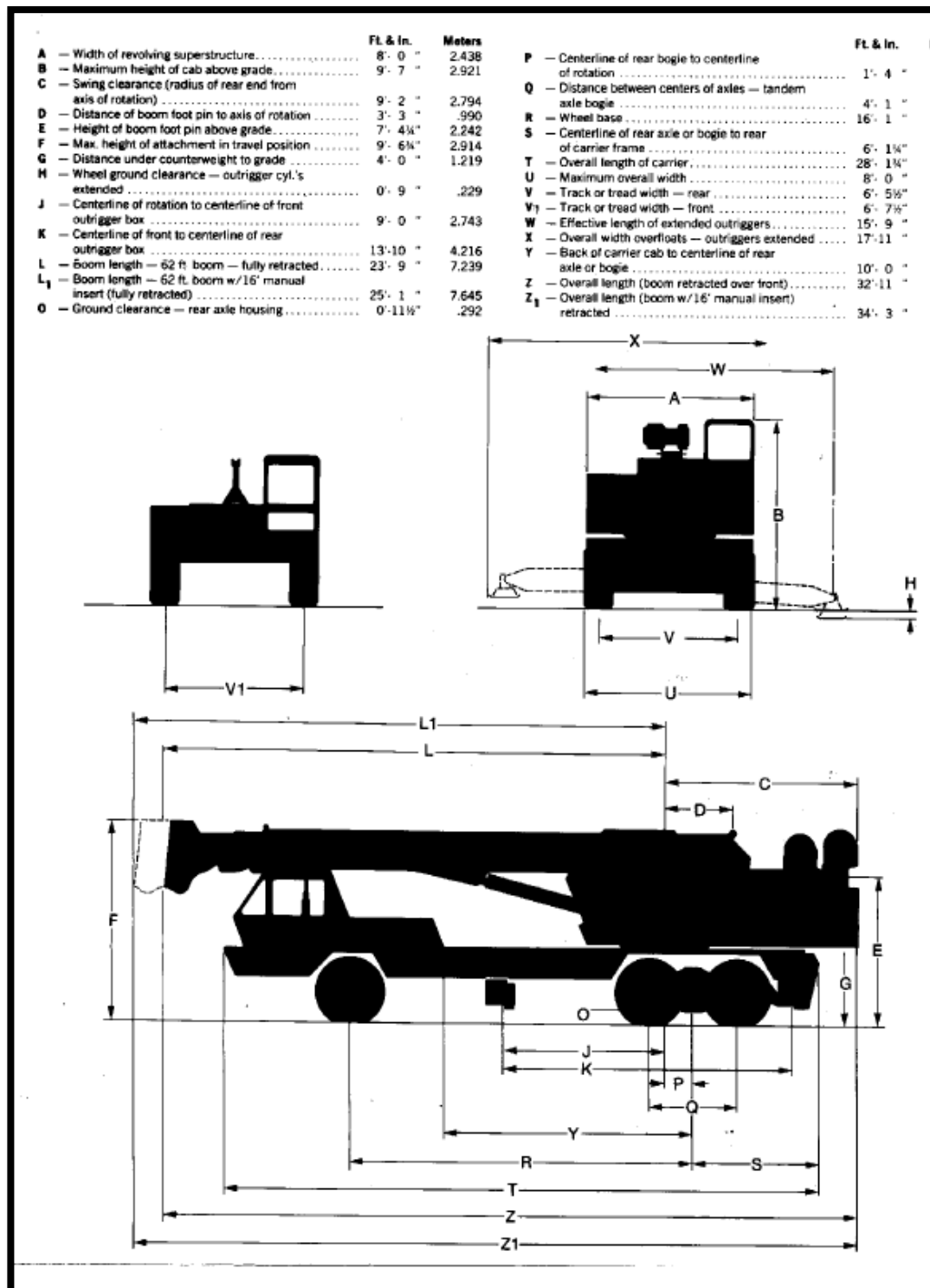
© GROVE



Dimensiones de la grúa RT 740

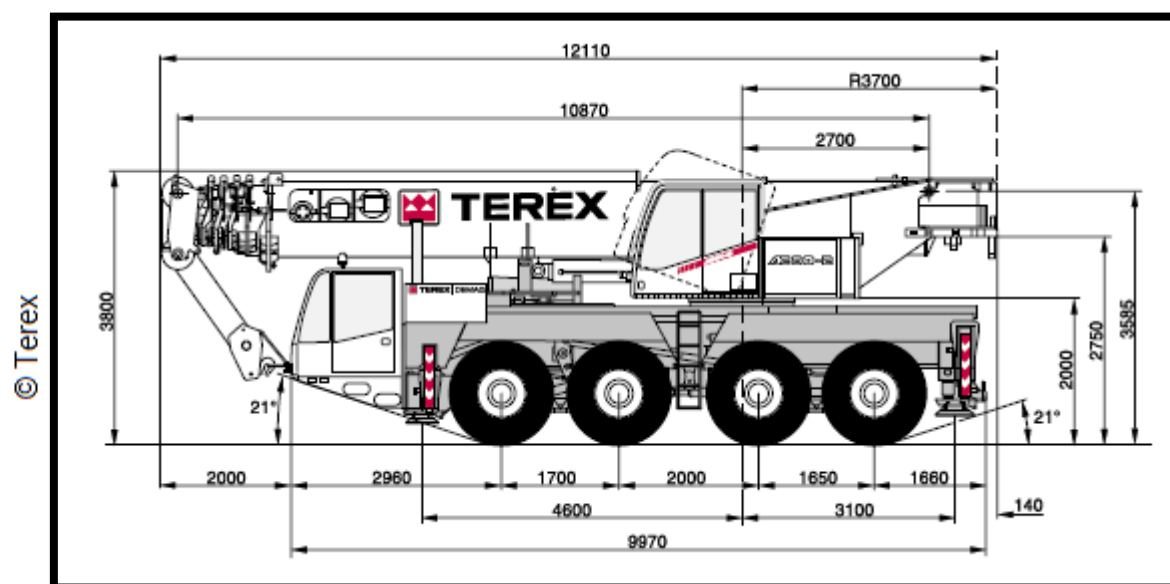


Figura N° 23



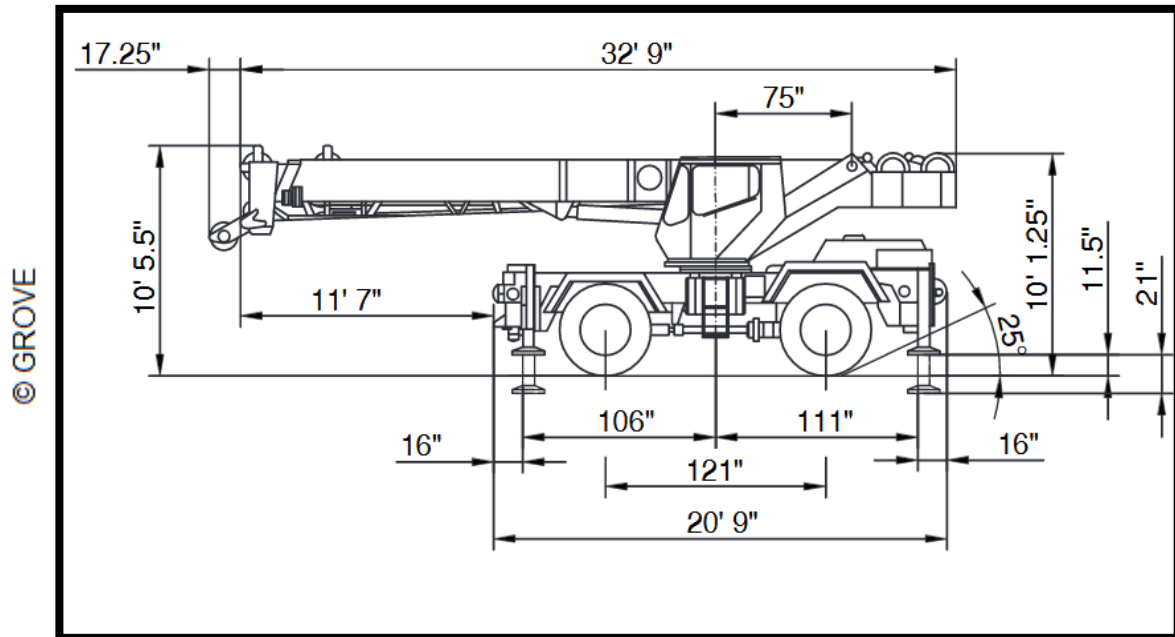
Dimensiones de la grúa T 200

Figura N° 24



Dimensiones de la grúa AT 80

**Figura N° 25**



### Dimensiones de la grúa RT 422

Tabla N° 43. Datos pre test de la grúa AT 80

Grúa AT 80			
Fecha	Horas de operación	Nº de fallas presentadas	Tiempo de reparación (min)
08-02	8	1	100
09-02	5	0	0
10-02	6	1	115
11-02	4	0	0
12-02	10	0	0
13-02	8	0	0
14-02	4	1	40
15-02	0	0	0
16-02	0	0	0
17-02	8	0	0
18-02	4	0	0
19-02	16	2	150
20-02	14	0	0
21-02	8	1	90
22-02	7	1	70
23-02	7	0	0
24-02	5	0	0
25-02	8	0	0
26-02	9	1	125
27-02	10	0	0
28-02	8	1	100
01-03	0	0	0
02-03	0	0	0
03-03	12	1	80
04-03	0	0	0
05-03	13	1	105
06-03	6	0	0
07-03	8	0	0
08-03	8	0	0
09-03	10	1	95

*Fuente: la empresa*

*Tabla N° 44. Datos pre test de la grúa RT 700*

Grúa RT 700E			
Fecha	Horas de operación	Nº de fallas presentadas	Tiempo de reparación (min)
08-02	8	0	0
09-02	6	1	90
10-02	0	0	0
11-02	0	0	0
12-02	0	0	0
13-02	12	0	0
14-02	12	0	0
15-02	12	1	60
16-02	12	0	0
17-02	12	1	85
18-02	12	2	125
19-02	12	0	0
20-02	12	1	70
21-02	12	0	0
22-02	12	2	150
23-02	12	1	40
24-02	12	0	0
25-02	12	0	0
26-02	12	2	100
27-02	12	0	0
28-02	12	0	0
01-03	12	0	0
02-03	12	1	90
03-03	12	0	0
04-03	12	0	0
05-03	12	1	100
06-03	12	0	0
07-03	12	0	0
08-03	12	0	0
09-03	12	0	0

*Fuente: la empresa*

*Tabla N° 45. Datos pre test de la grúa RT 740*

Grúa RT 740			
Fecha	Horas de operación	Nº de fallas presentadas	Tiempo de reparación (min)
08-02	0	0	0
09-02	14	3	240
10-02	0	0	0
11-02	0	0	0
12-02	8	1	90
13-02	0	0	0
14-02	8	1	80
15-02	0	0	0
16-02	8	1	100
17-02	9	2	110
18-02	0	0	0
19-02	6	1	80
20-02	0	0	0
21-02	4	1	70
22-02	0	0	0
23-02	8	1	90
24-02	0	0	0
25-02	9	1	100
26-02	0	0	0
27-02	7	1	80
28-02	11	2	150
01-03	8	1	70
02-03	0	0	0
03-03	8	0	0
04-03	7	1	80
05-03	9	2	95
06-03	0	0	0
07-03	0	0	0
08-03	0	0	0
09-03	13	1	50

*Fuente: la empresa*

*Tabla N° 46. Datos pre test de la grúa T 200*

Grúa T 200			
Fecha	Horas de operación	Nº de fallas presentadas	Tiempo de reparación (min)
08-02	0	0	0
09-02	0	0	0
10-02	0	0	0
11-02	10	2	150
12-02	0	0	0
13-02	0	0	0
14-02	0	0	0
15-02	6	1	90
16-02	0	0	0
17-02	0	0	0
18-02	5	1	100
19-02	0	0	0
20-02	0	0	0
21-02	9	1	80
22-02	0	0	0
23-02	0	0	0
24-02	7	2	160
25-02	0	0	0
26-02	0	0	0
27-02	8	1	120
28-02	0	0	0
01-03	0	0	0
02-03	9	0	0
03-03	0	0	0
04-03	0	0	0
05-03	10	2	150
06-03	0	0	0
07-03	8	1	100
08-03	8	1	70
09-03	0	0	0

*Fuente: la empresa*

*Tabla N° 47. Datos pre test de la grúa RT 422*

Grúa RT 422			
Fecha	Horas de operación	Nº de fallas presentadas	Tiempo de reparación (min)
08-02	0	0	0
09-02	8	1	110
10-02	0	0	0
11-02	0	0	0
12-02	12	0	0
13-02	12	1	80
14-02	12	1	80
15-02	12	0	0
16-02	12	0	0
17-02	0	0	0
18-02	0	0	0
19-02	0	0	0
20-02	0	0	0
21-02	7	1	100
22-02	0	0	0
23-02	6	1	90
24-02	0	0	0
25-02	0	0	0
26-02	8	1	100
27-02	0	0	0
28-02	0	0	0
01-03	7	1	80
02-03	6	0	0
03-03	0	0	0
04-03	9	2	150
05-03	0	0	0
06-03	10	2	180
07-03	0	0	0
08-03	8	2	150
09-03	8	1	70

*Fuente: la empresa*



*Tabla N° 48. Datos post test de la Grúa AT 80*

Grúa AT 80			
Fecha	Horas de operación	Nº de fallas presentadas	Tiempo de reparación (min)
13-04	0	0	0
14-04	10	0	0
15-04	0	0	0
16-04	8	0	0
17-04	7	1	90
18-04	0	0	0
19-04	8	0	0
20-04	6	0	0
21-04	5	0	0
22-04	0	0	0
23-04	12	1	70
24-04	12	0	0
25-04	0	0	0
26-04	6	1	80
27-04	0	0	0
28-04	5	0	0
29-04	7	0	0
30-04	7	0	0
02-05	0	0	0
03-05	6	0	0
04-05	0	0	0
05-05	12	0	0
06-05	12	0	0
07-05	12	1	70
08-05	12	0	0
09-05	12	0	0
10-05	0	0	0
11-05	0	1	50
12-05	6	0	0
13-05	0	0	0

*Fuente: la empresa*

*Tabla N° 49. Datos post test de la Grúa RT 700*

Grúa RT 700E			
Fecha	Horas de operación	Nº de fallas presentadas	Tiempo de reparación (min)
13-04	12	0	0
14-04	12	0	0
15-04	12	1	90
16-04	12	0	0
17-04	12	0	0
18-04	12	0	0
19-04	12	0	0
20-04	12	0	0
21-04	12	0	0
22-04	12	0	0
23-04	12	0	0
24-04	12	0	0
25-04	12	0	0
26-04	12	0	0
27-04	12	0	0
28-04	12	0	0
29-04	12	1	70
30-04	12	0	0
02-05	12	1	60
03-05	12	0	0
04-05	12	0	0
05-05	12	0	0
06-05	0	0	0
07-05	0	0	0
08-05	8	2	50
09-05	0	0	0
10-05	4	0	0
11-05	0	0	0
12-05	0	0	0
13-05	0	0	0

*Fuente: la empresa*

*Tabla N° 50. Datos post test de la Grúa RT 740*

Grúa RT 740			
Fecha	Horas de operación	Nº de fallas presentadas	Tiempo de reparación (min)
13-04	0	0	0
14-04	6	0	0
15-04	0	0	0
16-04	7	1	100
17-04	0	0	0
18-04	0	0	0
19-04	7	1	110
20-04	0	0	0
21-04	0	0	0
22-04	5	0	0
23-04	0	0	0
24-04	6	0	0
25-04	0	0	0
26-04	7	0	0
27-04	0	0	0
28-04	0	0	0
29-04	7	0	0
30-04	0	0	0
02-05	0	0	0
03-05	5	0	0
04-05	0	0	0
05-05	12	1	60
06-05	12	0	0
07-05	12	0	0
08-05	12	0	0
09-05	12	1	65
10-05	12	0	0
11-05	12	0	0
12-05	12	0	0
13-05	12	1	50

*Fuente: la empresa*

*Tabla Nº 51. Datos post test de la Grúa T 200*

Grúa T 200			
Fecha	Horas de operación	Nº de fallas presentadas	Tiempo de reparación (min)
13-04	6	1	40
14-04	0	0	0
15-04	5	0	0
16-04	7	1	100
17-04	0	0	0
18-04	4	0	0
19-04	0	0	0
20-04	7	1	60
21-04	6	0	0
22-04	0	0	0
23-04	0	0	0
24-04	8	0	0
25-04	0	0	0
26-04	4	0	0
27-04	0	0	0
28-04	0	0	0
29-04	6	1	70
30-04	0	0	0
02-05	0	0	0
03-05	8	1	80
04-05	0	0	0
05-05	4	0	0
06-05	0	0	0
07-05	0	0	0
08-05	6	0	0
09-05	0	0	0
10-05	8	1	70
11-05	6	0	0
12-05	5	0	0
13-05	0	0	0

*Fuente: la empresa*

*Tabla N° 52. Datos post test de la Grúa RT 422*

Grúa RT 422			
Fecha	Horas de operación	Nº de fallas presentadas	Tiempo de reparación (min)
13-04	0	0	0
14-04	6	0	0
15-04	0	0	0
16-04	7	0	0
17-04	0	0	0
18-04	6	1	60
19-04	0	0	0
20-04	0	0	0
21-04	8	1	90
22-04	0	0	0
23-04	6	0	0
24-04	4	0	0
25-04	0	0	0
26-04	0	0	0
27-04	6	1	70
28-04	5	0	0
29-04	0	0	0
30-04	4	1	80
02-05	0	0	0
03-05	8	0	0
04-05	7	0	0
05-05	0	0	0
06-05	6	1	50
07-05	4	0	0
08-05	0	0	0
09-05	7	0	0
10-05	6	0	0
11-05	0	0	0
12-05	4	1	50
13-05	0	0	0

*Fuente: la empresa*

Figura Nº 26

GRUAS AMERICA		ORDEN DE IZAJE	
Operación a realizar: <i>Izaje y Mov. estructuras MIT.</i>			
Fecha	Lugar	Hora inicio	Hora de término
<i>21-02-2017</i>	<i>VMT</i>	<i>08:00</i>	<i>16:00</i>
Datos de la grúa			
Equipo			
Marca	<i>DEMAG</i>	Modelo	<i>AT-80</i>
Cálculo básico de la maniobra			
Peso de la carga	<i>12 Tn</i>	Radio de trabajo	<i>10m</i>
Peso de aparejos	<i>1 Tn</i>	Longitud de pluma	<i>30m</i>
Carga de trabajo	<i>13 Tn</i>	Carga segura	<i>14 Tn</i>
Datos del operador y maniobrista			
Nombre del operador		<i>Gonzalo Moreno</i>	
Nombre del maniobrista		<i>EMERSON RAMIREZ</i>	
Elementos auxiliares de izaje			
Estrobos, eslingas y cadenas en buen estado			<input checked="" type="checkbox"/>
Grilletes, ganchos etc. En buen estado			<input checked="" type="checkbox"/>
Otros elementos auxiliares inspeccionados y en buen estado			<input checked="" type="checkbox"/>
Ubicación de la grúa			
¿Existe alguna dificultad con el estado del terreno donde trabajara la grúa?			<input checked="" type="checkbox"/>
¿Existe algún riesgo eléctrico en el área?			<input checked="" type="checkbox"/>
¿Existen obstáculos u obstrucciones durante el giro o el izaje de la grúa?			<input checked="" type="checkbox"/>

Orden de izaje de la grúa AT 80 21-02-2017

Figura Nº 27

GRUAS AMERICA		ORDEN DE IZAJE	
Operación a realizar: <u>Izar P-200 T-20</u>			
Fecha	Lugar	Hora inicio	Hora de término
<u>18-02-2017</u>	<u>S.A.</u>	<u>10:00</u>	<u>15:00</u>
Datos de la grúa			
Equipo:			
Marca	<u>P-200</u>	Modelo	<u>T-200</u>
Cálculo básico de la maniobra			
Peso de la carga	<u>0.8 Tn</u>	Radio de trabajo	<u>10m</u>
Peso de aparejos	<u>0.3 Tn</u>	Longitud de pluma	<u>15m</u>
Carga de trabajo	<u>1.1 Tn</u>	Carga segura	
Datos del operador y maniobrista			
Nombre del operador	<u>Carlos Sampa</u>		
Nombre del maniobrista	<u>Enrique Ramirez</u>		
Elementos auxiliares de izaje			
Estrobos, eslingas y cadenas en buen estado			<input checked="" type="checkbox"/>
Grilletes, ganchos etc. En buen estado			<input checked="" type="checkbox"/>
Otros elementos auxiliares inspeccionados y en buen estado			<input checked="" type="checkbox"/>
Ubicación de la grúa			
¿Existe alguna dificultad con el estado del terreno donde trabajara la grúa?			<input type="checkbox"/>
¿Existe algún riesgo eléctrico en el área?			<input type="checkbox"/>
¿Existen obstáculos u obstrucciones durante el giro o el izaje de la grúa?			<input type="checkbox"/>

Orden de izaje de la grúa T 200 18-02-2017

Figura Nº 28

**GRUAS AMERICA**  
www.gruasamerica.com

**LISTA DE CHEQUEO**

EQUIPO: GRUA INDUSTRIAL	MODELO: T-200
OPERADOR: Carlos Sandoval	FECHA: 18-02-2017

Marcar con check(✓) para dar conformidad o con una x para reportar defectos

<input checked="" type="checkbox"/> Nivel de aceite del motor <input checked="" type="checkbox"/> Nivel de aceite hidráulico <input checked="" type="checkbox"/> Luces de señalización y circulina <input checked="" type="checkbox"/> Vidrios y parabrisas de cabina <input checked="" type="checkbox"/> Alarma de retroceso <input checked="" type="checkbox"/> Medidores en general <input checked="" type="checkbox"/> Frenos <input checked="" type="checkbox"/> Indicador de ángulo <input checked="" type="checkbox"/> Indicador de momento de carga <input checked="" type="checkbox"/> Antitwo - block <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de aire	<input checked="" type="checkbox"/> Estado de neumáticos <input checked="" type="checkbox"/> Cable de acero <input checked="" type="checkbox"/> Gancho principal <input checked="" type="checkbox"/> Gancho auxiliar <input checked="" type="checkbox"/> Claxon <input checked="" type="checkbox"/> Botiquín, extintor y cuñas <input checked="" type="checkbox"/> Espejos retrovisores <input checked="" type="checkbox"/> Estado de interior de cabina <input checked="" type="checkbox"/> Kit antiderrame, conos <input checked="" type="checkbox"/> X Bateria
---	--

**OBSERVACIONES:**

Se lleva a cargar la batería.

salir 2:10 h tarde

Lista de chequeo T-200 18-02-2017

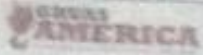


Figura Nº 29

GRUAS AMERICA		ORDEN DE IZAJE	
Operación a realizar: <u>ENTRENAMIENTO</u>			
Fecha	Lugar	Hora inicio	Hora de término
21-04-2017	—	09:30 pm	06:30 pm
Datos de la grúa			
Equipo:			
Marca	DEMAG	Modelo	AT-80
Cálculo básico de la maniobra			
Peso de la carga	0.2 tn	Radio de trabajo	30m
Peso de aparejos	0.2 tn	Longitud de pluma	30m
Carga de trabajo	0.4 tn	Carga segura	1 tn
Datos del operador y maniobrista			
Nombre del operador		—	
Nombre del maniobrista		—	
Elementos auxiliares de izaje			
Estrobos, eslingas y cadenas en buen estado			/
Grilletes, ganchos etc. En buen estado			/
Otros elementos auxiliares inspeccionados y en buen estado			/
Ubicación de la grúa			
¿Existe alguna dificultad con el estado del terreno donde trabajara la grúa?			—
¿Existe algún riesgo eléctrico en el área?			—
¿Existen obstáculos u obstrucciones durante el giro o el izaje de la grúa?			—

Orden de izaje de la grúa AT 80 21-04-2017

Figura Nº 30

 <b>ORDEN DE IZAJE</b>			
Operación a realizar			
Fecha	Lugar	Hora inicio	Hora de término
17-04-2017	534	04:03	14:00
Datos de la grúa			
Equipo			
Marca	DEMA G	Modelo	AT 80
Cálculo básico de la maniobra			
Peso de la carga	2TN	Radio de trabajo	20m
Peso de aparejos	1TN	Longitud de pluma	30m
Carga de trabajo	3TN	Carga segura	3TN
Datos del operador y maniobrista			
Nombre del operador	GONZALO MORENO		
Nombre del maniobrista	EMERSON		
Elementos auxiliares de izaje			
Estrobos, eslingas y cadenas en buen estado			<input checked="" type="checkbox"/>
Grilletes, ganchos etc. En buen estado			<input checked="" type="checkbox"/>
Otros elementos auxiliares inspeccionados y en buen estado			<input checked="" type="checkbox"/>
Ubicación de la grúa			
¿Existe alguna dificultad con el estado del terreno donde trabajara la grúa?			<input checked="" type="checkbox"/>
¿Existe algun riesgo eléctrico en el área?			<input checked="" type="checkbox"/>
¿Existen obstáculos u obstrucciones durante el giro o el izaje de la grúa?			<input checked="" type="checkbox"/>

Orden de izaje de la grúa AT 80 17-04-2017

Figura Nº 31

CRUAS AMERICA		ORDEN DE IZAJE	
Operación a realizar: <i>Apoyos para puente</i>			
Fecha	Lugar	Hora inicio	Hora de término
19-04-2017	Sancta Anita	09:00	14:30
Datos de la grúa			
Equipo			
Marca	SI-MAG	Modelo	AT 80
Cálculo básico de la maniobra			
Peso de la carga	2 T.	Radio de trabajo	
Peso de aparejos	1 T.	Longitud de pluma	30 m
Carga de trabajo	3 T.	Carga segura	4 T.
Datos del operador y maniobrista			
Nombre del operador	GUSTALO MENDOZA		
Nombre del maniobrista	ENERSON		
Elementos auxiliares de izaje			
Estrobos, eslingas y cadenas en buen estado			
Grifetes, ganchos etc. En buen estado			
Otros elementos auxiliares inspeccionados y en buen estado			
Ubicación de la grúa			
¿Existe alguna dificultad con el estado del terreno donde trabajara la grúa?			
¿Existe algún riesgo eléctrico en el área?			
¿Existen obstáculos u obstrucciones durante el giro o el izaje de la grúa?			

Orden de izaje de la grúa AT 80 19-04-2017

Figura Nº 32

GRUAS AMERICA		ORDEN DE IZAJE	
Operación a realizar: MANIOBRA			
Fecha	Lugar	Hora inicio	Hora de término
16-04-2017	CHORRILLOS	07:00	15:00
Datos de la grúa			
Equipo:			
Marca	DEMAG	Modelo	AT 80
Cálculo básico de la maniobra			
Peso de la carga	5 TN	Radio de trabajo	25m
Peso de aparejos	1 TN	Longitud de pluma	50m
Carga de trabajo	6 TN	Carga segura	3 TN
Datos del operador y maniobrista			
Nombre del operador		GONZALO MORENO	
Nombre del maniobrista		EMERSON	
Elementos auxiliares de izaje			
Estrabos, eslingas y cadenas en buen estado			/
Grilletes, ganchos etc. En buen estado			/
Otros elementos auxiliares inspeccionados y en buen estado			/
Ubicación de la grúa			
¿Existe alguna dificultad con el estado del terreno donde trabajara la grúa?			-
¿Existe algún riesgo eléctrico en el área?			-
¿Existen obstáculos u obstrucciones durante el giro o el izaje de la grúa?			-

Orden de izaje de la grúa AT 80 16-04-2017

Figura Nº 33

GRUAS AMERICA		ORDEN DE IZAJE	
Operación a realizar: <u>Carga</u> <u>grúas móviles</u>			
Fecha	Lugar	Hora inicio	Hora de término
14-04-2017	M20-46	06:00	16:00
Datos de la grúa			
Equipo			
Marca	Deman	Modelo	AT 80
Cálculo básico de la maniobra			
Peso de la carga	15T <sub>2</sub>	Radio de trabajo	20m
Peso de aparejos	1T <sub>2</sub>	Longitud de pluma	30m
Carga de trabajo	16T <sub>2</sub>	Carga segura	15T <sub>2</sub>
Datos del operador y maniobrista			
Nombre del operador		GONZALO MORENO	
Nombre del maniobrista		EMERSON	
Elementos auxiliares de izaje			
Estrobos, eslingas y cadenas en buen estado			✓
Grilletes, ganchos etc. En buen estado			✓
Otros elementos auxiliares inspeccionados y en buen estado			✓
Ubicación de la grúa			
¿Existe alguna dificultad con el estado del terreno donde trabajara la grúa?			✓
¿Existe algún riesgo eléctrico en el área?			✓
¿Existen obstáculos u obstrucciones durante el giro o el izaje de la grúa?			✓

Orden de izaje de la grúa AT 80 14-04-2017



*Tabla N° 53. Control de lubricación RT 422*

[illegible]

*Fuente: elaboración propia*

*Tabla N° 54. Control de lubricación AT 80*

[illegible]

*Fuente: elaboración propia*

*Tabla N° 55. Control de lubricación RT 740*

## CONTROL DE LUBRICACIÓN

[illegible]

*Fuente: elaboración propia*



*Tabla N° 56. Control de lubricación RT 700*

## CONTROL DE LUBRICACIÓN

[illegible]

*Fuente: elaboración propia*


*Tabla N° 57. Control de lubricación T 200*

## CONTROL DE LUBRICACIÓN

[illegible]

*Fuente: elaboración propia*

Figura N° 34



**GRUAS  
AMERICA**  
www.gruasamerica.pe

**CARTILLA DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO: 250 HORAS**

Horómetro: 275 - 700E

Fecha: 06-05-2012


Aceites			
	Especificación	Cantidad	Medida
Aceite de motor			

Filtros			
	Especificación	Cantidad	Medida
Filtro aceite de motor			
Filtro de combustible			
Filtro separador			
Filtro de aire			

INSPECCIONES		
GENERAL	EJECUTADO	
	SI	NO
Asiento y cinturón de seguridad	✓	
Espejos retrovisores	✓	
Parabrisas delantero	✓	
Limpia parabrisas delantero	✓	
Manijas de puertas	✓	
Revisar estado cable de acero	✓	
Revisar estado de gancho	✓	
Revisar estado y presión de aire de neumáticos	✓	
Otros:		
MOTOR	EJECUTADO	
	SI	NO
Fajas	✓	
Mangueras de combustible	✓	
Panel de radiador del motor	✓	
Aspas del ventilador	✓	
Filtro de aire	✓	
Nivel de llenado de aceite de motor	✓	
Estado general del comportamiento del motor	✓	
Otros:		

Cartilla de mantenimiento 250 horas I – RT 700E

Figura Nº 35



**GRUAS  
AMERICA**  
www.gruasamerica.pe

**CARTILLA DE MANTENIMIENTO**  
**PREVENTIVO: 250 HORAS**

INSPECCIONES		
	EJECUTADO	
	SI	NO
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>		
Revisar fugas en mangueras y conexiones	✓	
Revisar accionamiento funciones hidráulicas	✓	
Verificar estado controles de dirección, giro y palanca	✓	
Comprobar el nivel de llenado de aceite hidráulico	✓	
Filtro hidráulico	✓	
Otros:		
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>		
Compruebe funcionamiento indicadores del panel	✓	
Compruebe operatividad de las luces	✓	
Revisar funcionamiento de alarma de retroceso	✓	
Revisar funcionamiento de alarma de giro	✓	
Verificar estado y bornes de las baterías	✓	
Revisar funcionamiento de motor de arranque	✓	
Revisar funcionamiento de motor del alternador	✓	
Revisar cableado en general	✓	
Bloqueador de corriente	✓	
<b>CHASIS Y CABINA</b>		
Revisar estado general de la pintura	✓	
Revisar interior de cabina, limpiar si es necesario	✓	
Revisar el estado de los vidrios	✓	
Estructura y chasis	✓	
Otros:		

Cartilla de mantenimiento 250 horas II – RT 700E

**Figura Nº 36**

Cap.	Trabajos a realizar	Sustancias de trabajo cap. 2	Frecuencia (Horas de trabajo)										2*
			1*	50	100	150	250	500	10	15	30	50	
												x 100	
24.17	Cables												
24.17.1	Generalidades en cuanto a manejo y montaje												
24.17.2	Limpiar los cables												x
24.17.3	Engrasar cables												x
24.17.4	Control visual de los cables, uniones de los cables etc.												1*
24.17.5	Comprobar todos los cables y en caso necesario sustituirlos												x <sup>4)</sup>
24.18	Engrasar el gancho				x								
25	<b>Calefacción</b>												
25.1	Controlar / rellenar depósito de combustible												x
25.2	Controlar / sustituir bujía												x
26	<b>Cabinas</b>												
26.1	Cabina del conductor												
26.1.1	Controlar funcionamiento del sistema limpiaparabrisas												
26.1.2	Rellenar depósito del sistema limpiaparabrisas												x
26.2	Cabina de la grúa												
26.2.1	Engrasar cilindro de inclinación												
26.2.2	Controlar funcionamiento del sistema limpiaparabrisas												
26.2.3	Rellenar depósito del sistema limpiaparabrisas												x
26.2.4	Engrasar el carril guía de la puerta corredera.												
32	<b>(Dejar realizar) los controles de la grúa</b>												x

1\* - a diario antes de iniciar los trabajos

2\* - en caso necesario

3) - por lo menos cada 6 meses

4) - por lo menos 1 vez al año

5) - por lo menos cada 2 años

6) - por lo menos cada 4 años

7) - por lo menos cada 10 años

8) - por lo menos cada 10 000 horas de servicio

9) - por lo menos cada 5 años

10) - por lo menos 1 vez a la semana

11) - por lo menos 1 vez al año

12) - por lo menos cada 10 años

Programación de mantenimiento según manual-1



Figura Nº 37

44118-1-10-01-01

Cap.	Trabajos a realizar	Sustancias de trabajo cap. 2	Frecuencia (Horas de trabajo)											
			1*	50	100	150	250	500	10	15	30	50	2*	
										x 100				
24	Pluma principal, cables, equipos													
24.1	Pluma principal – engrasar pistas deslizantes						x							
24.2	Engrasar el bulón de pata de la pluma principal						x							
24.3	Engrasar ejes de la cabeza de pluma principal						x							
24.4	Revisión de fisuras en los cordones de soldadura en la pluma principal									x				
24.5	Controlar poleas de cable en la pluma principal													
24.5	Controlar poleas de cable en la prolongación de la pluma principal													
24.6	Pluma principal – Ajuste de cables de introducción, ES 1 y ES 2									x				
24.7	Pluma principal – Control visual de todos los cables de entrada y de extracción									x <sup>7)</sup>				
24.8	Poleas de cable													
24.8.1	Controlar poleas de cables		x											
24.8.2	Realizar un control visual		x										3)	
24.8.3	Realizar un control de desgaste						x						3)	
24.8.4	Controlar estado de cojinetes de poleas de cable						x						12)	
24.9	Sustituir las poleas de cable												9)	
24.10	Controlar bulones para detectar fisuras		x											
24.11	Controlar las barras tensoras (cubrejunta de la prolongación de la pluma principal)										x			
24.12	Engrasar bulones de la prolongación de pluma principal						x							
24.13	Prolongación telescópica de la pluma principal (opcional) engrasar las superficies de deslizamiento						x							
24.14	Prolongación telescópica de la pluma principal (opcional) engrasar el cojinete inferior						x				x			
24.15	Prolongación telescópica de la pluma principal (opcional) engrasar los cilindros de basculación								x					
24.16	Prolongación telescópica de la pluma principal (opcional) – Detectar fisuras en los cordones de soldadura										x			
1* – a diario antes de iniciar los trabajos			2* – en caso necesario			1) – por lo menos 1 vez a la semana								
2) – por lo menos 1 vez al mes			3) – por lo menos cada 6 meses			4) – por lo menos 1 vez al año								
6) – por lo menos cada 2 años			7) – por lo menos cada 4 años			8) – por lo menos cada 10 años								
9) – por lo menos cada 5 años			12) – por lo menos cada 10 000 horas de servicio											

Plano de lubricación y mantenimiento

Programación de mantenimiento según manual-2

Figura Nº 38

Cap.	Trabajos a realizar	Sustancias de trabajo cap. 2	Frecuencia (Horas de trabajo)										
			1*	50	100	150	250	500	10	15	30	50	2*
										x 100			
15	Sistema de combustible												x <sup>4)</sup>
15.	Depósito de combustible – evacuar agua y sedimentos												
16	Equipo de refrigeración, aspiración y gases de escape												
16.	Vaciar depósito colector de polvo del filtro de aire		x										x
16.	Limpiar/sustituir elemento filtrante del filtro de aire												x
16.	Limpiar separador previo del filtro de aire (Opcional)												x
16.	Limpiar el sistema de refrigeración		x										
16.	Controlar / rellenar nivel del líquido de refrigeración												
17	Vástagos												x
17.1	Engrasar superficies cromadas no protegidas												
18	Equipamientos especiales												
18.1	Calefacción independiente del motor												x
18.2	Calefacción adicional – comprobar funcionamiento												x <sup>8)</sup>
18.3	Sustituir el intercambiador de calor						x						
18.4	Conectar calefacción de agua caliente												x
18.5	Controlar / sustituir el filtro de combustible						x						
18.6	Engrasar el enganche de remolque												x
18.7	Efectuar mantenimiento del enganche de remolque												x
18.8	Rellenar el sistema de engrase centralizado												

1\* – a diario antes de iniciar los trabajos

2) – por lo menos 1 vez al mes

6) – por lo menos cada 2 años

9) – por lo menos cada 5 años

2\* – en caso necesario

3) – por lo menos cada 6 meses

7) – por lo menos cada 4 años

12) – por lo menos cada 10 000 horas de servicio

1) – por lo menos 1 vez a la semana

4) – por lo menos 1 vez al año

8) – por lo menos cada 10 años

Programación de mantenimiento según manual-3

**Figura N° 39**

No. 3-001-148719

4.5.2 Listado de mantenimiento basado en horas de trabajo													
Cap.	Trabajos a realizar	Sustancias de trabajo cap. 2	Frecuencia (Horas de trabajo)										
			1*	50	100	150	250	500	10	15	30	50	2*
			x 100										
<b>12</b>	<b>Sistema hidráulico</b>												
12.	Cambiar mangueras		cada 4 años										
12.1	Depósito hidráulico – control de nivel de aceite, completando en caso necesario		x										
12.2	Limpiar filtro retorno 1 / Cambiar elemento de filtro				1x		1x	1x	x				x
12.2	Limpiar filtro retorno 2 / Cambiar elemento de filtro			1x	1x			x					x
12.2	Limpiar filtro alta presión / Cambiar elemento filtro						1x				x		x
12.3	Depósito hidráulico – sustituir filtro de ventilación							x <sup>4)</sup>					
12.4	Depósito hidráulico – cambiar aceite										x		
12.5	Purga de aire del sistema hidráulico												x
12.6	Controlar pretensión de gas en el acumulador de presión							x <sup>4)</sup>					
<b>13</b>	<b>Apoyos</b>												
13.1	Engrasar superficies de deslizamiento de los soportes de apoyo							x					
<b>14</b>	<b>Equipos eléctricos</b>												
14.1	Controlar sistema de iluminación		x										
14.2	Iluminación: Cambio de bombillas												x
14.3	Mantenimiento de la batería												x <sup>4)</sup>
14.4.1	Fusibles superestructura												x
14.4.2	Fusibles chasis												x
1* – a diario antes de iniciar los trabajos 2) – por lo menos 1 vez al mes 6) – por lo menos cada 2 años 9) – por lo menos cada 5 años			2* – en caso necesario 3) – por lo menos cada 6 meses 7) – por lo menos cada 4 años 12) – por lo menos cada 10 000 horas de servicio										
			1) – por lo menos 1 vez a la semana 4) – por lo menos 1 vez al año 8) – por lo menos cada 10 años										

Programación de mantenimiento según manual-4



Figura Nº 40

LUBRICACIÓN	MANUAL DE SERVICIO DE LA RT700E
<p style="text-align: center;"><b>PRECAUCIÓN</b></p> <p>Los siguientes intervalos de lubricación se utilizarán únicamente como una pauta. Los intervalos de lubricación reales deben ser formulados por el operador para que se adapten como corresponde a condiciones como ciclos de trabajo continuo y/o ambientes peligrosos.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li> <p><b>Cojinete de adaptador giratorio de aparejo de gancho</b></p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - 250 horas ó 3 meses</p> <p>Cantidad de lubricante - Hasta que se expulse la grasa</p> <p>Aplicación - 1 graseras</p> </li> <li> <p><b>Poleas del aparejo de gancho</b></p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - 250 horas ó 3 meses</p> <p>Cantidad de lubricante - Hasta que se expulse la grasa</p> <p>Aplicación - 1 graseras por polea</p> <p>(total de 4 graseras en la máquina de 60 toneladas)</p> <p>(total de 3 graseras en la máquina de 50 toneladas)</p> </li> <li> <p><b>Almohadillas de desgaste del cilindro telescópico</b></p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - Cada vez que se desarme la pluma</p> <p><b>NOTA:</b> Lubrique con mayor frecuencia que lo indicado si las condiciones ambientales y/o las condiciones de trabajo lo hacen necesario.</p> <p>Cantidad de lubricante - Cubra completamente todas las áreas en que se mueve la almohadilla de desgaste</p> <p>Aplicación - Con brocha: 2 puntos, extienda la pluma para introducir por los agujeros de acceso</p> <p><b>NOTA:</b> Si escuchan ruidos de fricción o castañeteo de la pluma, será necesario lubricar las almohadillas de desgaste del cilindro telescópico. Si agrega un adaptador de extensión a una pistola de engrase, puede alcanzar las almohadillas y las zonas de desgaste a través de los agujeros de acceso de lubricación en el lado de la pluma y el agujero de acceso en la punta de la pluma entre las poleas.</p> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li> <p><b>Almohadillas de desgaste laterales interiores centrales</b></p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - 250 horas ó 3 meses</p> <p><b>NOTA:</b> Lubrique con mayor frecuencia que lo indicado si las condiciones ambientales y/o las condiciones de trabajo lo hacen necesario.</p> <p>Cantidad de lubricante - Cubra completamente todas las áreas en que se mueve la almohadilla de desgaste (partes inferior y superior y chapas laterales)</p> <p>Aplicación - Con brocha: 2 puntos; con la pluma extendida, a través de los agujeros de acceso en la sección de base.</p> </li> <li> <p><b>Almohadillas de desgaste superiores de la sección de pluma</b></p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - 50 horas ó 1 semana</p> <p><b>NOTA:</b> Lubrique con mayor frecuencia que lo indicado si las condiciones ambientales y/o las condiciones de trabajo lo hacen necesario.</p> <p>Cantidad de lubricante - Hasta que se expulse la grasa</p> <p>Aplicación - 6 graseras; con la pluma extendida, a través de los agujeros de acceso.</p> </li> <li> <p><b>Almohadillas de desgaste superiores e inferiores de la sección de pluma</b></p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - 50 horas ó 1 semana</p> <p><b>NOTA:</b> Lubrique con mayor frecuencia que lo indicado si las condiciones ambientales y/o las condiciones de trabajo lo hacen necesario.</p> <p>Cantidad de lubricante - Cubra completamente todas las áreas en que se mueve la almohadilla de desgaste (partes inferior y superior y chapas laterales)</p> <p>Aplicación - Con brocha: 6 puntos; con la pluma en posición extendida.</p> </li> <li> <p><b>Poleas del cable de extensión</b></p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - 250 horas ó 3 meses</p> <p>Cantidad de lubricante - Hasta que se expulse la grasa</p> <p>Aplicación - 1 graseras; extienda la pluma para entrar a través de los agujeros de acceso en las secciones articulada y central exterior.</p> </li> </ol>

Programación de lubricación según manual I

Figura Nº 41

MANUAL DE SERVICIO DE LA RT700E	LUBRICACIÓN
<p>8. Poleas del cable de retracción</p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - 250 horas ó 3 meses</p> <p>Cantidad de lubricante - Hasta que se expulse la grasa</p> <p>Aplicación - 2 graseras; extienda la pluma para entrar a través de los agujeros de acceso en la parte delantera de la sección central interior.</p> <p>9. Eje de pivote de la pluma</p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - 250 horas ó 3 meses</p> <p>Cantidad de lubricante - Hasta que se expulse la grasa</p> <p>Aplicación - 2 graseras, una en cada lado</p> <p>10. Polea de extensión de la pluma</p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - 250 horas ó 3 meses</p> <p>Cantidad de lubricante - Hasta que se expulse la grasa</p> <p>Aplicación - 1 graseras</p> <p>11. Polea superior de la punta de la pluma</p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - 250 horas ó 3 meses</p> <p>Cantidad de lubricante - Hasta que se expulse la grasa</p> <p>Aplicación - 2 graseras; 1 por polea</p> <p>12. Polea inferior de la punta de la pluma</p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - 250 horas ó 3 meses</p> <p>Cantidad de lubricante - Hasta que se expulse la grasa</p> <p>Aplicación - 5 graseras; 1 por polea</p> <p>13. Polea de la punta auxiliar de la pluma</p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - 250 horas ó 3 meses</p> <p>Cantidad de lubricante - Hasta que se expulse la grasa</p> <p>Aplicación - 1 graseras</p> <p>14. Polea del mástil de extensión de la pluma</p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - 500 horas ó 12 meses</p> <p>Cantidad de lubricante - Según se requiera</p> <p>Aplicación - Desarme la polea y vuelva a engrasar el cojinete.</p>	<p>15. Filtro de aire</p> <p>Reemplace el elemento del filtro de aire cuando el indicador esté rojo (25 pulg H<sub>2</sub>O).</p> <p>16. Seguidor del cable de elevación</p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - 250 horas ó 3 meses</p> <p><b>NOTA:</b> Lubrique con mayor frecuencia que lo indicado si las condiciones ambientales y/o las condiciones de trabajo lo hacen necesario.</p> <p>Cantidad de lubricante - Hasta que se expulse la grasa</p> <p>Aplicación - 2 graseras en cada seguidor de cable</p> <p>17. Pasador de pivote del cilindro de elevación superior.</p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - 500 horas ó 3 meses</p> <p>Cantidad de lubricante - Hasta que se expulse la grasa</p> <p>Aplicación - 2 graseras</p> <p>18. Pasador de pivote del cilindro de elevación inferior</p> <p>Tipo de lubricante - EP-MPG</p> <p>Intervalo de lubricación - 500 horas ó 3 meses</p> <p>Cantidad de lubricante - Hasta que se expulse la grasa</p> <p>Aplicación - 2 graseras</p> <p>19. Malacate principal</p> <p>Tipo de lubricante - AGMA EP-4</p> <p>Intervalo de lubricación - Cada 1000 horas ó 12 meses</p> <p>Cantidad de lubricante - Capacidad - 14.7 l (15.5 qt)</p> <p>Aplicación - Llene hasta que esté al ras con la abertura del tapón de revisión</p> <p>20. Malacate auxiliar (opcional)</p> <p>Tipo de lubricante - AGMA EP-4</p> <p>Intervalo de lubricación - Cada 1000 horas ó 12 meses</p> <p>Cantidad de lubricante - Capacidad - 14.7 l (15.5 qt)</p> <p>Aplicación - Llene hasta que esté al ras con la abertura del tapón de revisión</p>